

JEFERSON PUPPI WANDERLEY

Dosagem Intra-Eritrocitária e Plasmática de
Água, Sódio e Potássio em Crianças
Submetidas a Cirurgia Cardíaca

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Pediatria do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre.

CURITIBA

1988

DOSAGEM INTRA-ERITROCITÁRIA E PLASMÁTICA DE
ÁGUA, SÓDIO E POTÁSSIO EM CRIANÇAS
SUBMETIDAS A CIRURGIA CARDÍACA

por

JEFERSON PUPPI WANDERLEY

Dissertação aprovada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre no Curso
de Pós-Graduação em Pediatria, pela Comissão
formada pelos professores:

Prof. DINARTE JOSÉ GIRALDI

Prof. PROTÁSIO LEMOS DA LUZ

Prof. ROBERTO GOMES DE CARVALHO

Curitiba, 22 de julho de 1988.

Dedico este trabalho

Àqueles que orientaram e partilharam
os caminhos de minha vida: Jêrvis e Clementina,
meus pais;

Àqueles que sempre ofertaram seu incentivo
e amizade: Jêrvis e Jêrclem, meus irmãos.

Àquele que renova minhas esperanças num
mundo melhor, com justiça e harmonia:
Ralph, herdeiro de meus ideais.

AGRADECIMENTOS

Para que este trabalho pudesse ser realizado, recebemos inúmeras contribuições, pelas quais manifestamos nossos agradecimentos, de modo muito especial:

Ao Professor Dr. Izrail Cat, Coordenador do Curso de Pós-Graduação - Mestrado em Pediatria, orientador deste trabalho;

Ao Professor Dr. Noboro Miasaki, co-orientador, pelo empenho e apoio na realização deste trabalho;

Ao Professor Dr. José Ferreira Carvalho, da Universidade de Campinas, pelo auxílio e orientação na análise estatística;

Ao Professor Dr. Dinarte José Giralardi, pela colaboração;

À Drª Margot Ilse Hüsck, pela colaboração;

Aos médicos, enfermeiras e funcionários da UTI Pediátrica do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná, pela colaboração;

Aos professores do Curso de Mestrado em Pediatria, em especial à Professora Drª Maria das Dores Wouk e ao Professor Dr. Nelson Trevisan, pelo estímulo;

Aos funcionários da Biblioteca do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo auxílio na obtenção do material bibliográfico;

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pelo companheirismo e apoio constantes;

Aos pequenos pacientes, pelos quais e para os quais este trabalho foi realizado.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas	vi
Lista de Gráficos	x
Resumo	xiii
Abstract	xv
INTRODUÇÃO	1
Circulação Extracorpórea	4
Cardioplegia	6
Anestesia	7
Composição Hidro-Eletrolítica Corporal	8
Mecanismos de Transporte de Membrana	13
O Eritrócito	16
OBJETIVOS	18
MATERIAL E MÉTODOS	19
Determinação da Hemoglobina	20
Determinações Intra-Eritrocitárias, Plasmáticas e Urinárias	21
Análise Estatística	25
RESULTADOS	26
DISCUSSÃO	50
CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	75

LISTA DE TABELAS

1	Médias e erros padrões das médias da água intra-eritrocitária nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.....	26
2	Médias e erros padrões das médias do sódio intra-eritrocitário nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.....	27
3	Médias e erros padrões das médias do potássio intra-eritrocitário nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas	27
4	Análise dos resultados de água, sódio e potássio intra-eritrocitários em função dos tempos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, independente do uso ou não de circulação extracorpórea.....	30
5	Análise dos resultados de água, sódio e potássio intra-eritrocitários, nos períodos pré e pós-operatório, em função da utilização ou não de circulação extracorpórea.....	31
6	Análise dos resultados de água, sódio e potássio intra-eritrocitários, nos períodos pré e pós-operatório, em função do tempo de duração da circulação extracorpórea, no grupo de crianças submetidas a este procedimento.....	32

7	Médias e erros padrões das médias da água plasmática nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.....	33
8	Médias e erros padrões das médias do sódio plasmático nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.....	33
9	Médias e erros padrões das médias do potássio plasmático nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.....	34
10	Análise dos resultados de água, sódio e potássio plasmáticos em função dos tempos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, independente do uso ou não de circulação extracorpórea.....	36
11	Análise dos resultados de água, sódio e potássio plasmáticos nos períodos pré e pós-operatório em função da utilização ou não de circulação extracorpórea.....	37
12	Médias e erros padrões das médias do cloro plasmático nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, os períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.....	38
13	Médias e erros padrões das médias do cálcio plasmático nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.....	38

14	Médias e erros padrões das médias da uréia plasmática nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.....	39
15	Médias e erros padrões das médias da glicose plasmática nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.....	39
16	Análise da variação plasmática de cloro, cálcio, uréia e glicose nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, independente do uso ou não de circulação extracorpórea.....	42
17	Análise da variação plasmática de cloro, cálcio, uréia e glicose nos períodos pré e pós-operatório em função da realização ou não de circulação extracorpórea.....	42
18	Médias e erros padrões das médias do pH sanguíneo nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.....	43
19	Médias e erros padrões das médias da PCO_2 sanguínea nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.....	43
20	Médias e erros padrões das médias do bicarbonato real sanguíneo nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.....	44

21	Médias e erros padrões das médias do excesso de bases (BE) sanguíneo nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.....	44
22	Análise da variação sanguínea do equilíbrio ácido-básico nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, independente do uso ou não de circulação extracorpórea	47
23	Médias e erros padrões das médias do sódio urinário nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório e após 24, 48 e 72 horas do ato cirúrgico.....	48
24	Médias e erros padrões das médias do potássio urinário nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório e após 24, 48 e 72 horas do ato cirúrgico.....	48

LISTA DE GRÁFICOS

- 1 Representação da variação dos níveis intra-eritrocitários de água nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea..... 28
- 2 Representação da variação dos níveis intra-eritrocitários de sódio nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea..... 29
- 3 Representação da variação dos níveis intra-eritrocitários de potássio nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea..... 29
- 4 Representação da variação dos níveis plasmáticos de água nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea..... 34
- 5 Representação da variação dos níveis plasmáticos de sódio nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea..... 35
- 6 Representação da variação dos níveis plasmáticos de potássio nos períodos pré-operatório, pós-operatório

	imediatO e ap6s 24, 48 e 72 horas, nas crian7as submetidas a cirurgia card6aca com e sem a utiliza76o de circula76o extracorp6rea.....	35
7	Representa76o da varia76o dos n6veis plasm6ticos de cloro nos per6odos pr6-operat6rio, p6s-operat6rio imediatO e ap6s 24, 48 e 72 horas, nas crian7as submetidas a cirurgia card6aca com e sem a utiliza76o de circula76o extracorp6rea.....	40
8	Representa76o da varia76o dos n6veis plasm6ticos de c6lcio nos per6odos pr6-operat6rio, p6s-operat6rio imediatO e ap6s 24, 48 e 72 horas, nas crian7as submetidas a cirurgia card6aca com e sem a utiliza76o de circula76o extracorp6rea.....	40
9	Representa76o da varia76o dos n6veis plasm6ticos de glicose nos per6odos pr6-operat6rio, p6s-operat6rio imediatO e ap6s 24, 48 e 72 horas, nas crian7as submetidas a cirurgia card6aca com e sem a utiliza76o de circula76o extracorp6rea.....	41
10	Representa76o da varia76o dos n6veis plasm6ticos de ur6ia nos per6odos pr6-operat6rio, p6s-operat6rio imediatO e ap6s 24, 48 e 72 horas, nas crian7as submetidas a cirurgia card6aca com e sem a utiliza76o de circula76o extracorp6rea.....	41
11	Representa76o da varia76o dos n6veis sang6neos de pH nos per6odos pr6-operat6rio, p6s-operat6rio imediatO e ap6s 24, 48 e 72 horas, nas crian7as submetidas a cirurgia card6aca com e sem a utiliza76o de circula76o extracorp6rea.....	45
12	Representa76o da varia76o dos n6veis sang6neos de PCO ₂ nos per6odos pr6-operat6rio, p6s-operat6rio imediatO e ap6s 24, 48 e 72 horas, nas crian7as submetidas a cirurgia card6aca com e sem a utiliza76o de circula76o extracorp6rea.....	45
13	Representa76o da varia76o dos n6veis sang6neos de HCO ₃ ⁻ nos per6odos pr6-operat6rio, p6s-operat6rio	

	imediatamente e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea.....	46
14	Representação da variação dos níveis sanguíneos de BE nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea.....	46
15	Representação da variação dos níveis urinários de sódio nos períodos pré-operatório e após 24, 48 e 72 horas do término do ato cirúrgico, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea.....	48
16	Representação da variação dos níveis urinários de potássio nos períodos pré-operatório e após 24, 48 e 72 horas do término do ato cirúrgico, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea.....	49

RESUMO

Foram estudadas 28 crianças portadoras de cardiopatias congênitas e 3 crianças portadoras de cardiopatias adquiridas, das quais 18 foram submetidas a circulação extracorpórea e 13 não necessitaram deste procedimento durante o ato cirúrgico. Os pacientes foram avaliados durante os períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas do término da cirurgia, procedendo-se às dosagens de água, sódio e potássio intra-eritrocitários e plasmáticos, investigando-se as relações entre as variações desses elementos com a utilização ou não da circulação extracorpórea. Também foram analisados os efeitos do tempo de cirurgia, do tempo de circulação extracorpórea e do balanço de líquidos durante a cirurgia e no período pós-operatório, sobre as dosagens plasmáticas e intra-eritrocitárias de água, sódio e potássio.

Verificou-se que o emprego da circulação extracorpórea não influenciou significativamente sobre a variação dos níveis intra-eritrocitários de água, sódio e potássio; embora os níveis intra-eritrocitários de sódio tenham sofrido elevação no período pós-operatório entre as crianças submetidas a circulação extracorpórea, e redução no grupo de crianças não submetidas a esse procedimento.

Os níveis plasmáticos de água aumentaram no período pós-operatório, retornando aos valores basais após 48 horas do término da cirurgia. Houve influência maior entre os pacientes submetidos a circulação extracorpórea, relacionada ao balanço de líquidos deste procedimento. O tempo de cirurgia também influenciou significativamente sobre o aumento dos valores plasmáticos de água no período pós-operatório, em ambos os grupos estudados.

Os valores pós-operatórios de sódio plasmático sofreram uma redução significativa em relação ao período pré-operatório, independentemente do emprego da circulação extracorpórea.

Os pacientes submetidos a circulação extracorpórea apresentaram aumento dos valores de potássio plasmático no período pós-operatório, relacionado ao balanço de líquidos da circulação extracorpórea.

O conhecimento das alterações no metabolismo intra e extracelular das crianças submetidas a cirurgia cardíaca pode auxiliar no estabelecimento de condições ótimas de hidratação e reposição de eletrólitos durante os períodos per e pós-operatórios, reduzindo riscos que possam promover o aumento da morbidade e da mortalidade.

ABSTRACT

Twenty-eight children suffering from congenital cardiopathy and three suffering from acquired cardiopathy were studied. From this total, only eighteen needed extracorporeal circulation during the surgery. The patients were analysed before the surgery, during the immediate post-operative period and also after 24, 48 and 72 hours following the surgery. The levels of intra-erythrocytic and plasmatic water, sodium and potassium were measured and the relationship between the variation of these elements with and without the use of extracorporeal circulation was analysed. The effects of the duration of the surgery, the time of extracorporeal circulation and the balance of liquids during the pre- and post-operative periods on the intra-erythrocytic and plasmatic levels of water, sodium and potassium were also analysed.

It was verified that the use of extracorporeal circulation did not have a significant effect on the variation of the intra-erythrocytic level of water, sodium and potassium, although the intra-erythrocytic level of sodium increased during the post-operative period among children who were submitted to extracorporeal circulation and decreased among those who were not.

The plasmatic levels of water increased during the post-operative period returning to basal levels 48 hours after the end of the surgery. A more remarkable influence was noticed in patients who were submitted to extracorporeal circulation, which was related to the balance of liquid of such procedure. The time of surgery also had a significant influence on the increase of plasmatic levels of water during the post-operative period in both target groups.

The post-operative plasmatic levels of sodium decreased significantly if compared to the pre-operative period, regardless of the use of extracorporeal circulation.

Patients submitted to extracorporeal circulation showed an increase in levels of plasmatic potassium after the surgery and this was related to the balance of liquid in such procedure.

The knowledge of intra and extracellular metabolic changes in children undergoing heart surgery can help the establishment of optimal conditions of hydration and of replacement of electrolytes during the pre- and post-operative periods, reducing risks of morbidity and mortality.

INTRODUÇÃO

O órgão cardíaco sempre constituiu objeto de interesse médico maior dentre os desafios que o corpo humano apresenta, desde a atuação sobre os defeitos congênitos que exigem uma pronta intervenção médico-cirúrgica, passando pelas seqüelas da doença reumática com valvopatias debilitantes, e culminando com as coronariopatias, todas com altos índices de morbidade e mortalidade.

Dois grandes desafios relacionados às cardiopatias congênitas foram suplantados: primeiro por GROSS⁴⁸, em 1938, quando realizou a correção cirúrgica numa criança portadora de persistência do canal arterial; e, posteriormente, em 1944, quando BLALOCK e TAUSSIG⁹ efetuaram a primeira cirurgia bem sucedida numa criança portadora de tetralogia de Fallot. A partir de então intensificaram-se as pesquisas para o estabelecimento de uma otimização técnica que permitisse o acesso mais adequado e a intervenção mais apropriada sobre o problema cardíaco, particularmente sobre as malformações congênitas.

Com o advento da circulação extracorpórea, da cardioplegia, da cardioversão e da hipotermia profunda com baixo fluxo, nas décadas de 1950 e 1960, tornou-se possível a realização de cirurgias intracardiácas, a céu aberto, atingin-

do-se um estágio técnico que viabilizou a correção das anomalias congênitas durante os primeiros meses de vida, além de possibilitar melhores resultados no tratamento cirúrgico das cardiopatias adquiridas.

O sucesso de uma intervenção cirúrgica, particularmente sobre o coração, não está na dependência única das habilidades da equipe cirúrgica, incluindo uma avaliação pré-operatória criteriosa e cuidados pós-operatórios que proporcionem uma rápida, equilibrada e completa recuperação do paciente. Além de manter as condições cardíacas, deve existir a preocupação de conservar um equilíbrio hídrico e eletrolítico, com balanço adequado de ingestas e excretas, no intuito de conservar a fisiologia de todos os órgãos e tecidos, a partir de um metabolismo celular satisfatório.

Enquanto potássio, sódio, cálcio, fósforo e magnésio são elementos essenciais às atividades metabólicas corporais, os íons cálcio, sódio e potássio são indispensáveis à função miocárdica.⁴⁴ O cálcio aumenta a contratilidade e prolonga a sístole; o potássio age sobre a condução dos impulsos e reduz a duração da contração, favorecendo a distensão do músculo cardíaco. A ausência do sódio não permite manter a excitabilidade e contratilidade cardíacos.

Indivíduos submetidos a cirurgias de grande porte apresentam alterações metabólicas relacionadas com o aumento da secreção da aldosterona;¹¹³ as infusões de líquidos e eletrólitos, essencialmente em função da circulação extracorpórea;²⁶ utilização de anestésicos;^{47,52} respiração artifi-

cial; alterações térmicas;³⁴ e medicamentos que o paciente utiliza, tais como diuréticos e digitálicos.¹¹⁴

ROJAS CHAVEZ⁹⁵ constatou que as crianças portadoras de cardiopatias congênitas e adquiridas apresentavam na-tremia mais baixa e potassemia mais elevada em relação às crianças normais; contudo não observou diferença significativa quando comparou os grupos de crianças com cardiopatias congênitas e adquiridas entre si.

Estudando as variações de sódio, potássio e cloro de troca em 41 pacientes com cardiopatia valvar severa no pré-operatório, OLESEN e VALENTIN⁸¹ constataram que havia redução no potássio de troca nos pacientes que faziam uso regular de diurético.

NOVAK e FELDT⁷⁸ verificaram um aumento da água intra e extracelular, aumento do sódio de troca e diminuição do potássio corporal total em crianças portadoras de cardiopatias congênitas, embora os eletrólitos séricos se mantivessem em níveis normais. Também existem relatos de que ocorrem reduções significativas do potássio intracelular e do potássio de troca em pacientes com insuficiência cardíaca descompensada.⁷⁹

As variações agudas que podem ocorrer na composição corporal em decorrência da cirurgia cardíaca^{82,83,84} colaboram para o aumento da morbidade e mortalidade dos pacientes, o que pode ser reduzido com a realização de um preparo pré-operatório adequado, e cuidados trans e pós-operatórios que proporcionem uma recuperação mais efetiva, incluindo a mani-

pulação apropriada dos líquidos e eletrólitos ofertados aos pacientes.

Sabe-se que as alterações do metabolismo celular são mais representativas das condições metabólicas globais do organismo e podem ser mais precoces que as variações plasmáticas.¹⁵

Recomenda-se a dosagem intra-eritrocitária de sódio, potássio e água, particularmente nos pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, em virtude de não haver uma relação constante entre os valores plasmáticos e eritrocitários, permitindo um controle mais adequado das alterações metabólicas durante os períodos per e pós-operatórios.^{65,70}

Considerando-se que existem diferenças individuais em relação ao metabolismo, sabe-se também que a criança comporta-se de maneira diversa do indivíduo adulto, devendo-se adotar uma abordagem adequada e particularizada do paciente cirúrgico, na dependência de sua faixa etária e do seu metabolismo corporal.

A investigação do comportamento metabólico das crianças submetidas a cirurgia cardíaca, assim como os efeitos que o tempo do procedimento cirúrgico e a técnica da circulação extracorpórea podem produzir sobre o seu metabolismo, foram os fatores que motivaram a realização do presente estudo.

CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA

O desenvolvimento da técnica de circulação extracorpórea iniciou-se na década de 1930, culminando vinte anos

após com a realização de um ato cirúrgico sobre o coração aberto.¹⁰⁴ A partir de então os progressos intensificaram-se, passando da circulação cruzada para o oxigenador por borbulhamento e, a seguir, para o oxigenador de disco.

Recentemente dá-se preferência aos oxigenadores de membrana, aperfeiçoados de forma a permitirem a utilização por um período de perfusão de quatro a seis horas.

As soluções alimentadoras para as máquinas de circulação extracorpórea também sofreram modificações no decorrer do tempo. Inicialmente utilizou-se sangue fresco heparinizado, a seguir empregou-se o sangue citratado e atualmente prefere-se a hemodiluição com determinadas substâncias, tais como solução glicosada, solução de Ringer-lactato e dextran. Além da heparina, administra-se manitol com o objetivo de produzir diurese osmótica durante a perfusão.

A perfusão é mantida a uma velocidade aproximada de 2.500 ml/m²/minuto. Faz-se um controle periódico das tensões de O₂ e CO₂, que devem manter-se próximas de 100 e 35, respectivamente.

As complicações da circulação extracorpórea estão relacionadas com o tipo de oxigenador utilizado e com o tempo de perfusão. Em geral, a circulação extracorpórea com perfusão de duas a quatro horas é bem tolerada, enquanto ocorrem complicações moderadas e reversíveis quando esse período é de quatro a seis horas. Um período de duração mais prolongado pode gerar complicações graves à fisiologia do órgão cardíaco e do organismo como um todo.

DAS e colaboradores²⁶ observaram o efeito da osmolaridade das soluções utilizadas na circulação extracorpórea sobre o conteúdo de água e cátions nos eritrócitos e nas células dos músculos esqueléticos, verificando um aumento do conteúdo de água e sódio e concomitante perda de potássio ao utilizarem soluções hiperosmolares. O mesmo não foi observado quando empregaram soluções isosmolares. Essas alterações nos constituintes intracelulares conseqüentes à circulação extracorpórea podem prejudicar as funções celulares.

As alterações hidro-eletrolíticas são diretamente proporcionais ao tempo da perfusão, ao fluxo da bomba e ao grau de hemodiluição. Essas alterações podem ser atenuadas e corrigidas mediante o acréscimo de bicarbonato e eletrólitos à solução perfundida.¹⁰⁷

CARDIOPLEGIA

A cardioplegia é um método utilizado nas cirurgias cardíacas abertas e consiste na abolição da atividade contrátil do coração empregando uma solução farmacológica apropriada, com o intuito de proteção miocárdica.

Várias investigações a respeito da determinação da solução cardioplégica ideal têm sido realizadas, sabendo-se que as soluções contendo baixas concentrações de sódio e concentrações de potássio próximas dos níveis fisiológicos podem ser mais efetivas.^{29,93}

Devido ao seu pequeno volume e às concentrações baixas de eletrólitos, parece não haver interferência das soluções cardioplégicas no equilíbrio hidro-eletrolítico do organismo.²⁹

ANESTESIA

Há estudos demonstrando que os anestésicos locais (procaína, dibucaína, cocaína, lidocaína e tetracaína), especialmente em concentrações elevadas, determinam hemólise e aumento da perda passiva de potássio e conseqüente entrada de potássio na célula.³

GOW e COCHRANE⁴⁷ verificaram não haver diferença significativa na retenção de sódio durante o período pós-operatório, entre os pacientes submetidos a anestesia geral ou a bloqueio epidural.

HALE e colaboradores⁵² estudaram a ação dos anestésicos gerais sobre o transporte ativo de cátions nos eritrócitos humanos, e concluíram que, embora as taxas de transporte ativo aumentassem, não foram afetadas as taxas máximas passíveis de transporte pelo mecanismo da bomba de sódio.

Com relação ao halotano e ao óxido nitroso, associação anestésica mais utilizada na faixa etária pediátrica, sabe-se que não ocorre combinação com a hemoglobina ou outro composto químico do organismo, sendo absorvida e eliminada rapidamente.⁷⁷ Não há relatos de estudo correlacionando as concentrações de água e eletrólitos plasmáticos e intra-eritrocitários com o emprego dessa associação anestésica.

COMPOSIÇÃO HIDRO-ELETROLÍTICA CORPORAL

O adulto jovem, do sexo masculino, apresenta 18% do peso corporal constituído por proteínas, 15% por gorduras, 7% por minerais e 60% por água. A água está distribuída no organismo nas proporções de 2/3 no espaço intracelular e 1/3 no extracelular. No comportamento extracelular encontra-se distribuída a água nas proporções de 1/4 no sistema vascular e 3/4 no espaço intersticial. O volume total de sangue corresponde a 8% do peso corporal.⁴²

Essa distribuição apresenta correspondência nas crianças com idade superior a 1 ano, contudo é superior a 60% do peso corporal a quantidade de água nas crianças com idade inferior a 1 ano,⁴⁹ podendo atingir até 70% do peso, sendo 40% às custas do extracelular e 30% do intracelular.⁷⁷

O líquido extracelular compreende a água plasmática, intersticial (linfa), do tecido conjuntivo denso e da cartilagem, óssea e transcelular.

Os valores normais, estabelecidos por FUNDER e WIETH³⁹, são de $912 \pm 0,39$ g/kg para a água plasmática, e de $666 \pm 9,0$ para a água intracelular, considerando como modelo o eritrócito humano. Estes dados são concordantes com os resultados obtidos por outros autores.^{51,112}

O equilíbrio da água é promovido por um balanço entre sua ingestão e perda. A ingestão compreende a água metabólica, a água contida nos alimentos e a água ingerida pela manifestação de sede. Já a perda de água ocorre atra-

vés de diversos órgãos, entre os quais a pele, os pulmões, os rins e o trato gastrointestinal.

O desejo de sede é desencadeado por fatores fisiológicos relacionados com a osmolaridade aumentada do líquido extracelular, produzida por excesso de sal ou carência de água; com a diminuição do volume vascular circulante e com os hábitos de ingestão de sal e água.

A perda de água dá-se pelo insensível (vaporização pelos pulmões e pele), que corresponde a 40 ml/100 Kcal; e pelas fezes, cerca de 50 a 200 ml por dia. Na dependência de condições ambientais e do grau de atividade física, a perda de água pode aumentar pela transpiração sensível (sudorese).⁵⁵

A perda insensível de água pode ser modificada pela pressão osmótica, em relação inversa à concentração de sódio nos líquidos extracelulares. Existe uma equivalência entre a perda insensível de líquidos pelos pulmões e pela pele. A transpiração sensível sofre a ação dos centros reguladores da sudorese, localizados nas porções ântero-laterais do hipotálamo, que respondem ao aumento da temperatura corporal ou a estímulo nervoso reflexo aferente.

Os rins atuam como tampão no controle do balanço hídrico, retendo água nos casos de desidratação ou eliminando-a para manter a isotonicidade e os volumes de líquidos corporais. Os rins filtram cerca de 170 litros em 24 horas, filtração esta que é regulada por mecanismos hormonais.

O hormônio antidiurético (ADH), liberado pelo sistema hipotálamo-neurohipofisário, regula a pressão osmótica extracelular através da retenção e excreção de água pelos rins.

Quando a pressão osmótica do compartimento extracelular supera a do intracelular desencadeia um estímulo para a liberação do hormônio e conseqüente retenção de água. A secreção hormonal é interrompida tão logo se restabeleça o equilíbrio entre os compartimentos.

A aldosterona, mineralocorticóide liberado pelo córtex adrenal, regula o volume de água extracelular por intermédio da reabsorção de sódio pelos rins. Os estímulos para secreção de aldosterona são o volume sanguíneo circulante e a eficiência da bomba cardíaca. A aldosterona determina a retenção de sódio e água pelos túbulos distais, aumentando progressivamente a pressão e o fluxo da artéria renal com conseqüente inibição da liberação da renina e interrupção da secreção de aldosterona.

A concentração eletrolítica difere acentuadamente nos compartimentos intra e extracelular. As diferenças mais notáveis revelam que os íons sódio e cloro são preferentemente extracelulares e que o potássio e os ânions protéicos predominam no compartimento intracelular.

O sódio é o cátion mais abundante do compartimento extracelular do organismo humano e participa na manutenção do volume e da osmolaridade extracelulares. Também tem participação na excitabilidade neuromuscular, na regulação da pressão arterial e na concentração urinária.

A quantidade de sódio no organismo é regulada pelo balanço entre a sua ingestão e excreção.

A ingestão diária de sódio é de 10 a 12 g por dia, sob a forma de cloreto de sódio, na dieta de um adulto médio.

O excesso de sódio quase sempre está associado a um acúmulo excessivo de água corporal.⁶⁸

Devido às variações na ingestão, a homeostase do teor de sódio do organismo é de regulação renal, com excreção das quantidades excedentes e retenção quando a oferta é insuficiente.

O equilíbrio osmótico entre os compartimentos intra e extracelular, nos casos de hiper ou hiponatremia, é mantido através da passagem de água da célula para o extracelular e deste para o intracelular, respectivamente. Desta maneira, o conteúdo intracelular não espelha a composição plasmática de solutos.⁶⁵

O potássio, além de ser o cátion mais abundante do compartimento intracelular, é o principal mantenedor do pH e da osmolaridade apropriados no interior da célula. O potássio também participa de todas as atividades celulares que envolvem fenômenos elétricos, como a contração miocárdica e dos músculos esqueléticos, e a condução dos impulsos nervosos, ambos dependentes dos gradientes de Na^+ e K^+ através das membranas celulares.

Os processos de restauração e crescimento dos tecidos, assim como a transferência da glicose do extra para o intracelular, requerem a presença do potássio.

A ingestão diária de 3 g de KCl é considerada adequada às necessidades orgânicas em condições de normalidade.⁹⁴

Aproximadamente 10% das perdas de potássio ocorre através das fezes, enquanto o restante tem eliminação renal. A regulação renal envolve os hormônios córtico-adrenais.

A hiperpotassemia ocorre em circunstâncias nas quais a excreção renal está diminuída, quando existe deficiência de aldosterona ou nos casos de obstrução intestinal. Ao contrário, a hipopotassemia pode estar presente na ocorrência de perda urinária excessiva (acidose tubular renal ou fase diurética da insuficiência renal aguda); na acidose metabólica grave pelo mecanismo de troca iônica, quando o K^+ é substituído pelo H^+ e excretado na urina; e também no catabolismo protéico com aumento da gliconeogênese.

RIVA e colaboradores⁹⁴, analisando o metabolismo hidrosalino em 99 crianças hígidras, na faixa etária de 3 meses a 12 anos, obtiveram os seguintes valores plasmáticos: sódio = $139,41 \pm 2,71$ mEq/l; potássio = $4,44 \pm 0,46$ mEq/l e cloro = $99,94 \pm 3,41$ mEq/l. Os autores não constataron variações em relação ao sexo, contudo a excreção urinária de sódio aumentou com a idade. As concentrações plasmáticas destes íons são constantes nos diversos relatos de literatura nos quais foram pesquisados os níveis de normalidade.^{4,43,56,64,70,97,112}

Em relação ao compartimento intracelular, utilizando-se eritrócitos humanos, existe uma ampla variação dos valores encontrados pelos diversos pesquisadores^{5,51,64,109} devido às diferenças na metodologia empregada. Os valores encontrados por FUNDER e WIETH³⁹ foram de $10,9 \pm 1,3$ mEq/kg para o sódio e de $89,6 \pm 3,6$ mEq/kg para o potássio, em concordância com outros achados de literatura em relação aos eletrólitos intra-eritrocitários.^{20,24,36,112}

MECANISMOS DE TRANSPORTE DE MEMBRANA

A membrana celular exerce uma atividade essencial na regulação da composição da célula e tem sido motivo de pesquisas constantes e detalhadas com a finalidade de definir a disposição de seus componentes estruturais.

Dentre as várias teorias existentes, o modelo de mosaico líquido é o mais aceito na atualidade, não havendo, entretanto, unanimidade nem mesmo em relação aos aspectos mais grosseiros da estrutura da membrana.⁵⁸

As membranas celulares apresentam considerável diversidade de composição, fato pelo qual existem diferenças entre as membranas das diversas células, como acontece com a bainha de mielina da célula nervosa, estrutura membranosa com alto grau de especialização.

Os principais componentes estruturais das membranas celulares são lipídeos (colesterol e fosfolipídeos), proteínas e oligossacarídeos. Além destes, contêm água associada a grupos ionizados e polares de fosfolipídeos e proteínas, e pequenas quantidades de íons inorgânicos. A proteína é o constituinte mais abundante, numa proporção de peso que varia de 1,5 a 4,0 em relação aos lipídeos.

A membrana celular tem uma espessura de 7,5 a 10 nm, sendo constituída de uma bicamada fosfolipídica, cujo interior é de natureza essencialmente líquida. Existem proteínas periféricas, correspondendo a cerca de 30% do total, frouxamente adsorvidas à superfície da membrana, e as proteínas integrais da estrutura da membrana, correspondendo aos restantes 70%.

Os processos de endocitose e exocitose representam fatores notáveis no transporte de moléculas e grandes agregados. Nestes processos a parede membranosa da vesícula formada é degradada enzimaticamente, liberando o elemento transportado.

Determinadas substâncias, como os íons sódio e potássio, são freqüentemente transportados simultaneamente através das membranas celulares, por dois mecanismos distintos:

- 1º) Difusão a) através da própria matriz da membrana;
b) através dos poros polares da membrana.
- 2º) Transporte ativo (bomba de sódio).

As moléculas pequenas e predominantemente não polares têm facilidade de penetração, ou permeabilidade, diretamente proporcional à sua lipossolubilidade (coeficiente de partição ou distribuição de uma determinada substância entre a água e um solvente lipídico imiscível com a água). Por outro lado, as moléculas predominantemente polares ou hidrófilas têm permeabilidade inversamente relacionada com as dimensões moleculares; assim, quanto menor a molécula, mais prontamente penetra na célula.

A bomba de sódio, ou bomba de sódio-potássio, constitui o mecanismo responsável pelo transporte ativo do sódio para fora da célula e do potássio para o seu interior, atuando contra um gradiente eletroquímico.

A natureza da bomba de sódio em determinadas células é motivo de discussão. De modo geral, contudo, verifica-se que a movimentação do Na^+ para dentro ou para fora das célu-

las está associada ao movimento inverso do K^+ . A razão para a ocorrência desse intercâmbio de sódio e potássio associado à operação da bomba de sódio é a necessidade de que seja mantida a eletroneutralidade total na célula e em suas proximidades. Esse intercâmbio é efetivado sem que haja alteração no equilíbrio osmótico total da célula, e também promove a substituição do potássio perdido por difusão para o meio extracelular.⁴

Localizada na membrana celular, a bomba de sódio utiliza energia fornecida pelo ATP, cujo fornecimento adequado está na dependência dos processos metabólicos celulares.

A atividade da bomba é proporcional à quantidade de sódio no interior da célula, na dependência da qual está a velocidade da expulsão do sódio ao meio extracelular.

A concentração intracelular de sódio no músculo e nos eritrócitos é muito inferior àquela exigida pelo equilíbrio eletroquímico, e os gradientes elétrico e químico tendem a favorecer a entrada de Na^+ nessas células. Esse fenômeno parece ocorrer em todas as células humanas e de outros animais, assim como em células vegetais e de microorganismos.

O transporte ativo de sódio e potássio é um dos processos de maior consumo energético do organismo, sendo responsável por grande parte do metabolismo de base, existindo uma relação direta entre o transporte de sódio e potássio e o metabolismo. Quanto maior a atividade de bombeamento mais ADP é formado, e o fornecimento de ADP disponível determina a intensidade de formação do ATP por fosforilação oxidativa.

A existência de uma correlação entre as taxas de bom-

beamento e os níveis de atividade da ATPase-Na-K nos eritrócitos de diferentes espécies animais reforçou as evidências de que a bomba de sódio e a enzima correspondiam à mesma estrutura.

Apesar de isolada a enzima responsável pelo transporte de sódio e potássio, de muito se saber de sua estrutura e cinética, faz-se necessário reproduzir a seqüência completa dos aminoácidos que compõem a proteína, assim como sua eletrodifração, com a finalidade de estabelecer suas funções precisas através do conhecimento dos sistemas secundários de transporte e outros componentes da célula que interagem com o sistema enzimático.

O ERITRÓCITO

Aproximadamente 60% do eritrócito é constituído de água, enquanto a hemoglobina representa a quase totalidade do conteúdo sólido, correspondendo a 33% da célula.

Embora sua atividade funcional essencial seja o transporte de oxigênio pela hemoglobina, o eritrócito contém grande quantidade de anidrase carbônica, a qual catalisa a reação entre o dióxido de carbono e a água, aumentando sua velocidade em 250 vezes.

Segundo DUNHAM e GUNN³⁰, os eritrócitos são dos sistemas mais bem estudados em relação às características do transporte ativo de cátions. A utilização do eritrócito como célula de estudo na dosagem de água e eletrólitos do compartimento intracelular deve-se à facilidade de sua obtenção

como elemento celular em estado puro, sem um componente intersticial ou conectivo. Além de sua fácil obtenção, também a dosagem da água e eletrólitos intra-eritrocitários é de simples execução, podendo-se permitir dosagens de modo seriado.

ABATE e colaboradores¹ mencionam que o eritrócito, dotado de funções particulares e de um metabolismo diverso das demais células, pode não espelhar exatamente o que ocorre nos outros tecidos, mas é capaz de auxiliar na análise da situação do equilíbrio hidroeletrolítico do organismo.

Ao utilizar fragmentos de órgãos ou tecidos biopsiados, pode-se incorrer em erro, que está na dependência da dificuldade em dosar a fração de líquido extracelular. O emprego de meios radioativos encontra restrições em virtude de não se poder utilizar habitualmente num mesmo indivíduo nos casos de dosagem seriada.

Embora seja bem estabelecido que o eritrócito possui composição e metabolismo atípicos, diversos autores^{1,36} alegam que mesmo sem a necessidade de núcleo ou dependência de glicólise para a respiração e produção de energia, o eritrócito contém uma bomba de sódio similar às demais células, o que permitiria utilizá-lo como modelo para a análise da água e eletrólitos intracelulares.

Os eritrócitos imersos no plasma estão sujeitos a sentir rapidamente as modificações do meio extracelular. As alterações na composição eletrolítica eritrocitária são altamente representativas do compartimento celular total do organismo.¹

OBJETIVOS

1. Determinar os valores intra-eritrocitários e plasmáticos de água, sódio e potássio em crianças submetidas a cirurgia cardíaca.

2. Estabelecer os efeitos da circulação extracorpórea em relação às determinações intra-eritrocitárias e plasmáticas de água, sódio e potássio.

3. Analisar as variações dos níveis intra-eritrocitários e plasmáticos de água, sódio e potássio em relação ao tempo, considerando os períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e 24, 48 e 72 horas após a intervenção cirúrgica.

4. Verificar a influência do tempo de duração da cirurgia em relação às determinações intra-eritrocitárias e plasmáticas de água, sódio e potássio.

5. Avaliar a correspondência das dosagens intra-eritrocitárias, plasmáticas e urinárias de sódio e potássio e entre as dosagens intra-eritrocitárias e plasmáticas de água, de acordo com a sua variabilidade em função dos períodos pré e pós-operatório, e da utilização ou não de circulação extracorpórea.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas 31 crianças, na faixa etária de 2 meses a 14 anos, sendo 17 do sexo masculino e 14 do feminino, portadoras de doença cardíaca do tipo malformação congênita ou valvopatia reumática, que necessitaram correção cirúrgica.

Definiram-se dois grupos de pacientes, de acordo com a necessidade ou não de submetê-los a circulação extracorpórea, condição estabelecida pela natureza da lesão cardíaca e pela técnica cirúrgica utilizada (Anexos 1 e 2).

Do total de pacientes, 28 apresentavam cardiopatia congênita e 3 cardiopatia adquirida, sendo que 18 foram submetidos a circulação extracorpórea e 13 não.

Os pacientes que participaram do presente estudo, após a intervenção cirúrgica foram monitorizados na Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, no período de agosto de 1984 a novembro de 1985.

Os casos foram analisados nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato (momento da entrada do paciente na UTI Pediátrica), 24, 48 e 72 horas após a cirurgia.

No procedimento de circulação extracorpórea utilizou-se oxigenador por borbulhamento e máquina de circulação ex-

tracorpórea modelo IC-4 Jatene-Macchi, da Macchi Engenharia Biomédica Ltda., São Paulo.

Durante o ato cirúrgico foi monitorizada a oferta de líquidos e eletrólitos, inclusive o balanço de líquidos da circulação extracorpórea (Anexo 37). Cronometrou-se o tempo de duração da cirurgia (Anexo 35) e da circulação extracorpórea (Anexo 36).

Durante o período pós-operatório os pacientes receberam uma oferta hidroeletrólítica calculada em termos de 70 ml/100 Kcal/dia de glicose a 5%; 3 mEq/100 Kcal/dia de cloreto de sódio; 2 mEq/100 Kcal/dia de cloreto de potássio e 2 ml/100 Kcal/dia de gluconato de cálcio.

A excreção urinária de sódio e potássio e o balanço de líquidos foram verificados a cada 24 horas (Anexos 38 e 39).

A reposição de sangue foi efetuada conforme os níveis de hemoglobina, enquanto a reposição plasmática foi realizada de acordo com as necessidades de manutenção dos níveis tensionais dos pacientes.

Foram excluídas deste estudo as crianças que faleceram durante o ato cirúrgico ou até 48 horas após a cirurgia.

DETERMINAÇÃO DA HEMOGLOBINA

Após a coleta, 5 ml de sangue foram depositados em frasco de vidro contendo 5 mg de sal potássico de ácido dietil-tetracético (EDTA) para processamento no coulter counter, modelo S.Sr. (Coulter Electronics, Hialeah, Florida, USA).

DETERMINAÇÕES INTRA-ERITROCITÁRIAS PLASMÁTICAS E URINÁRIAS

Para as determinações intra-eritrocitárias e plasmáticas de cada paciente foram obtidas 5 amostras de sangue, da artéria radial, correspondentes aos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato, 24, 48 e 72 horas após a cirurgia. As amostras foram obtidas utilizando-se seringas plásticas de 10 ml (marca Unaplic, Becton Dickinson Ind. Cirúrgicas S.A.) e agulhas tamanho 30x8, descartáveis, previamente heparinizadas com heparina amoniacal (Sigma) diluída com água destilada na proporção de 1:5.000 U.I.

Aproximadamente 1 ml do sangue foi utilizado para o estudo ácido-básico (pH e PCO_2) pelo analisador de pH e gases sanguíneos da Instrumentation Laboratory Inc. (Lexington, Massachussets), modelo 213. Para estabelecer os valores do excesso de bases (BE) e do bicarbonato real empregou-se o nomograma de Siggaard-Andersen⁹⁸.

O restante do sangue foi injetado em tubos de polietileno fechados na sua extremidade distal, utilizando-se agulha longa de 10 cm de comprimento. Evitou-se a exposição do sangue ao ar ambiente injetando-o no fundo do tubo, e acima da coluna de sangue preencheu-se com camada de vaselina líquida de aproximadamente 2 mm.

Os tubos foram centrifugados durante 45 minutos, a uma velocidade de 4.600 g (Beckman J 21C - Centrifuge, USA) empregando-se um fator de compensação de acordo com a temperatura ambiente.

Após a centrifugação, os tubos foram cortados a cerca de 2 mm abaixo da coluna de leucócitos, separando a coluna de eritrócitos. Também cortou-se entre a coluna de vaselina líquida e a coluna de leucócitos, obtendo-se o plasma, conforme a figura 1.

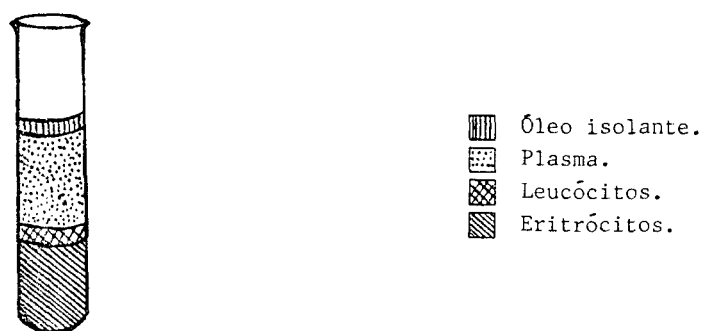


Figura 1. Tubo de polietileno contendo amostra de sangue com suas frações após processo de centrifugação.

A partir da separação das colunas de eritrócitos e de plasma foram feitas as determinações de água, sódio e potássio intra-eritrocitários e de água, sódio, potássio, cloro, cálcio, uréia e glicose plasmáticos.

As dosagens urinárias de sódio e potássio foram realizadas nos períodos pré-operatório, 24, 48 e 72 horas após a cirurgia, coletadas diretamente com dispositivos Urofix® (Laboratórios B. Braun, Rio de Janeiro, Brasil).

DETERMINAÇÕES PLASMÁTICAS

ÁGUA

A determinação da água plasmática foi realizada após a pesagem de aproximadamente 300 mg de plasma depositados em

recipiente de Becker, utilizando-se balança analítica tipo H6 (Mettler, Zurich, Zwitterland). Em seguida manteve-se o recipiente com plasma em estufa (Fabbe, São Paulo, Brasil), a 105°C, durante 24 horas. O valor da água plasmática foi obtido pela diferença entre os pesos inicial e depois de 24 horas de sacagem.

Unidade: g/kg.

SÓDIO E POTÁSSIO

As determinações de sódio e potássio plasmáticos foram feitas pelo método de fotometria de chama (fotômetro Evans Eletroselenium Ltd., Halsted, Essex, England). As diluições do plasma foram executadas com o emprego de balões volumétricos nas proporções de 0,5 ml de plasma para 25 ml de água destilada para o potássio e de 0,2 ml de plasma para 50 ml de água destilada para o sódio.

Unidade: mEq/l.

CLORO

Para a determinação do cloro plasmático utilizou-se o método titulimétrico, conforme a técnica de Schales & Schales.⁹⁶

Unidade: mEq/l.

CÁLCIO, URÉIA E GLICOSE

O cálcio foi dosado pela técnica de Baginsky e colaboradores⁷, enquanto que a uréia foi determinada pelo método da urease,⁵⁷ com reação de coloração realizada com o reativo de Nessler.

A dosagem plasmática da glicose foi realizada utilizando-se o método de Orto-Toluidina.⁵⁷

As determinações foram obtidas por espectrofotometria (espectrofotômetro Coleman Junior®, model 6A, Maywood, Illinois, USA).

Unidade: mg/dl.

DETERMINAÇÕES INTRA-ERITROCITÁRIAS

ÁGUA

A determinação da água intra-eritrocitária foi realizada após pesagem de 300 mg de eritrócitos em recipiente de Becker, empregando-se balança analítica tipo H6 (Mettler, Zurich, Switzerland), seguida de secagem em estufa (Fabbe, São Paulo, Brasil) a uma temperatura de 105°C, durante 24 horas. O valor da água intra-eritrocitária foi obtido pela diferença entre os pesos inicial e após 24 horas de secagem.

Unidade: g/kg.

SÓDIO E POTÁSSIO

Para as determinações de sódio e potássio intra-eritrocitários empregou-se a mesma técnica utilizada por FUNDER e WIETH³⁸.

DETERMINAÇÕES URINÁRIAS

As determinações urinárias de sódio e potássio foram realizadas utilizando o método de fotometria de chama (fotô-

metro da Evans Eletroselenium Ltd., Halsted, Essex, England).

Unidade: mEq/l.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Em virtude de que os pacientes foram observados sequencialmente no tempo, ou seja, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato, 24, 48 e 72 horas após a intervenção cirúrgica, empregou-se um modelo linear multivariado, que leva em conta as correlações das observações existentes dentro da unidade experimental.

Diversas variáveis foram incluídas como covariáveis, com o objetivo de eliminar eventuais influências nos resultados. Tecnicamente, o modelo é conhecido como modelo multivariado de covariância. O procedimento é padrão, podendo ser observado em MORRISON⁷³.

Os cálculos foram realizados com o procedimento GLM do SAS (Statistical Analysis System), em computador VAX 11/785, da Universidade de Campinas, São Paulo.

Para as comparações multivariadas foi utilizado o critério de WILKS⁷³. Quando apropriadas, foram empregadas análises entre as unidades experimentais.

Com o objetivo de validar os modelos, utilizaram-se técnicas de análises de resíduos, consistindo de gráficos de resíduos contra as variáveis independentes, além de extensa análise univariada.

Os níveis de significância estatística considerados para o presente estudo foram de 1 a 5%.

RESULTADOS

Os resultados das determinações de água, sódio e potássio intra-eritrocitários; de água, sódio, potássio, clo-ro, cálcio, uréia, glicose e equilíbrio ácido-básico plasmá-ticos; e de sódio e potássio urinários estão relacionados nos anexos 3 a 34. Os resultados das determinações de hemo-globina estão dispostos nos anexos 40 e 41.

As tabelas 1, 2 e 3 relacionam as médias, e respectivos erros padrões, da água, sódio e potássio intra-eritrocitá-rios, nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca sob circulação extracorpórea ou não, durante os cinco perío-dos de tempo estudados.

TABELA 1. Médias e erros padrões das médias da água intra-eritrocitá-ria nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

<div> <div>MODO</div> <div>TEMPO</div> </div>	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	Água IE(g/kg)	N	Água IE (g/kg)
Pré-operatório	16	695,44±15,68	11	682,91±27,41
Pós-operatório imediato	18	678,33±28,34	13	682,08±13,50
24 horas	18	680,28±36,66	13	690,92±16,83
48 horas	18	675,76±50,78	13	680,85±24,33
72 horas	13	687,00±21,00	12	689,83±17,66

TABELA 2. Médias e erros padrões das médias do sódio intra-eritrocitário nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

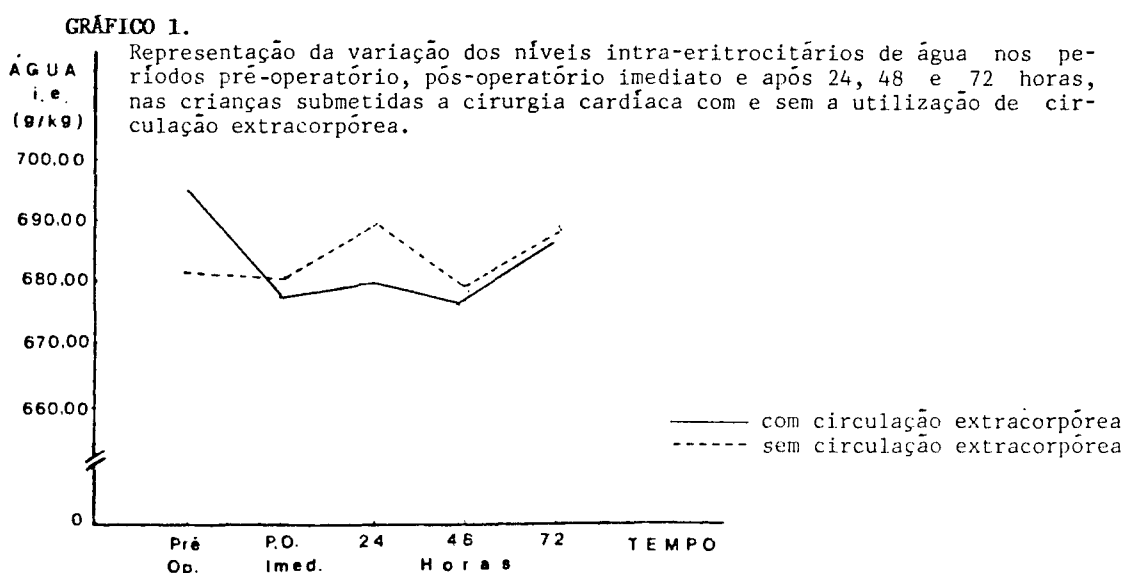
TEMPO \ MODO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	Sódio IE (mEq/kg)	N	Sódio IE (mEq/kg)
Pré-operatório	16	9,93±2,57	11	10,52±1,73
Pós-operatório imediato	18	10,20±2,18	13	10,02±1,63
24 horas	18	10,77±2,12	13	10,08±1,55
48 horas	17	10,38±2,12	13	10,28±1,17
72 horas	13	10,13±1,44	12	10,44 ± 1,20

TABELA 3. Médias e erros padrões das médias do potássio intra-eritrocitário nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

TEMPO \ MODO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	Potássio IE (mEq/kg)	N	Potássio IE (mEq/kg)
Pré-operatório	16	94,88±8,62	11	96,81±13,21
Pós-operatório imediato	18	96,32±13,85	13	93,13±16,17
24 horas	17	97,22±17,84	13	94,82±14,01
48 horas	17	95,06±18,38	13	99,08±16,72
72 horas	13	101,04±17,41	12	99,76±14,34

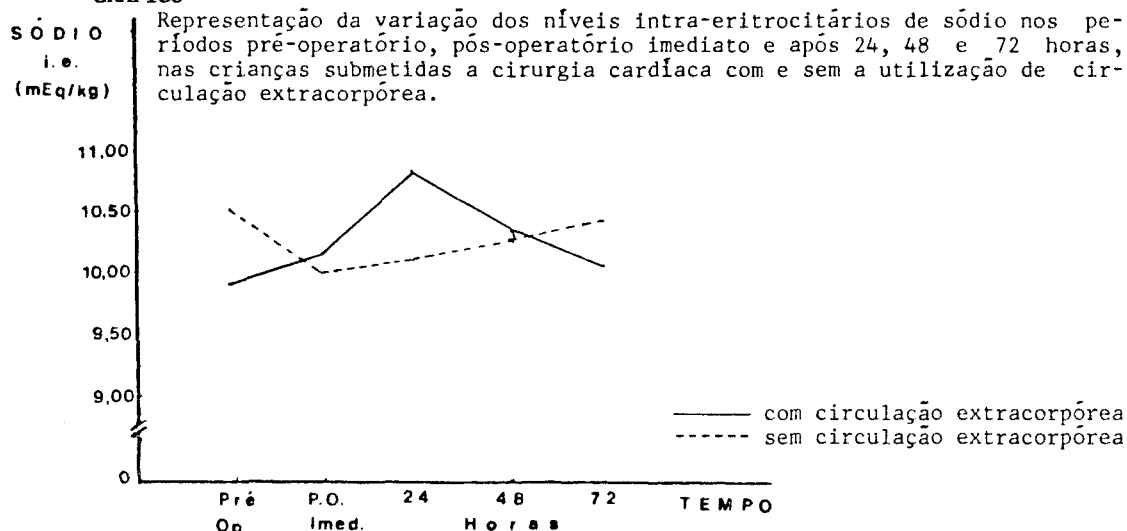
Conforme o gráfico 1, observa-se que os pacientes submetidos a circulação extracorpórea sofreram queda dos níveis intra-eritrocitários de água no período pós-operatório ime-

diato e até 48 horas após; ocorrendo, na seqüência, elevação até níveis próximos aos do período pré-operatório. Entre os pacientes não submetidos a circulação extracorpórea houve estabilização dos níveis no período pós-operatório imediato, oscilando durante as 72 horas seguintes, para atingir cifras semelhantes às do grupo de crianças submetidas a extracorpórea no 3º dia de pós-operatório.



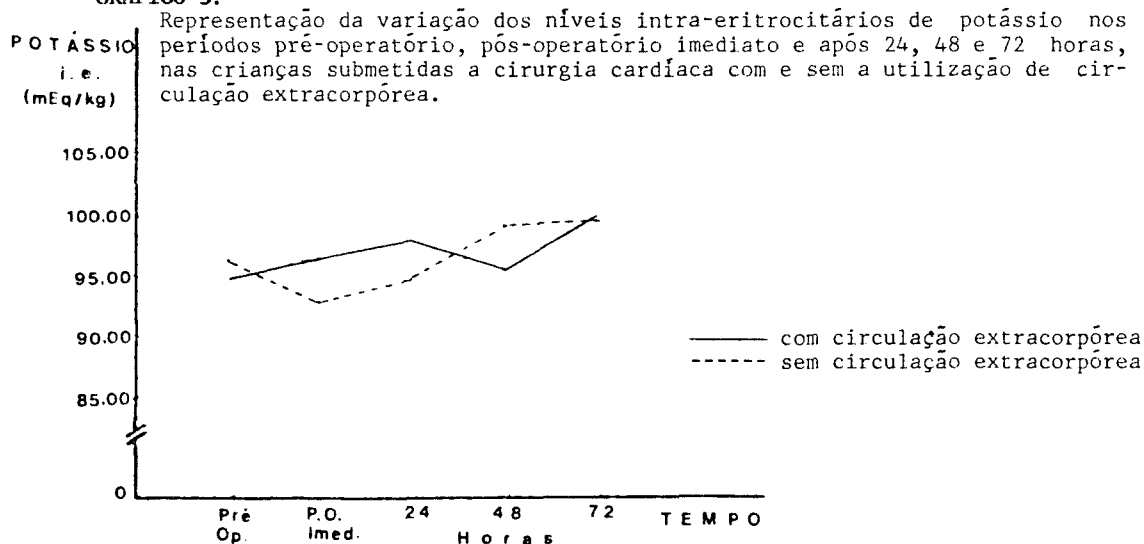
De acordo com o gráfico 2, podemos observar que os níveis intra-eritrocitários de sódio, entre as crianças submetidas a circulação extracorpórea, apresentaram elevação no pós-operatório imediato, acentuando-se nas primeiras 24 horas e declinando progressivamente, na seqüência, até valores semelhantes aos do período pré-operatório após 72 horas do término do ato cirúrgico. Já entre os pacientes não submetidos a extracorpórea ocorreu um declínio durante as primeiras 24 horas que seguiram ao término da cirurgia, recuperando os níveis do período pré-operatório até o 3º dia de pós-operatório.

GRÁFICO 2.



O gráfico 3 mostra que entre os pacientes tratados cirurgicamente sob circulação extracorpórea houve elevação progressiva dos valores intra-eritrocitários de potássio durante todo o período pós-operatório estudado, embora no 2º dia pós-operatório houvesse oscilação com redução destes níveis. Entre as demais crianças ocorreu redução dos níveis de potássio intra-eritrocitário no período pós-operatório imediato e após 24 horas do procedimento cirúrgico, seguindo-se de elevação destas cifras durante o 2º e o 3º dia de pós-operatório.

GRÁFICO 3.



Na tabela 4 observa-se a análise dos resultados de água, sódio e potássio intra-eritrocitários comparando-se as variações entre os períodos de tempo pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas da intervenção cirúrgica, sem considerar a utilização ou não de circulação extracorpórea. Os dados obtidos não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

Contudo, quando comparados entre si os valores pré e pós-operatórios, sem discriminar os períodos de tempo após o término da cirurgia, observou-se diferença estatisticamente significativa, a nível de 5%, entre as dosagens de sódio intra-eritrocitário nos períodos anterior e posterior ao ato cirúrgico, ocorrendo elevação dos níveis no grupo submetido a circulação extracorpórea e redução entre as demais crianças. Em ambos os grupos evidenciou-se retorno aos valores pré-operatórios até 72 horas após o término da cirurgia.

Não houve influência estatisticamente significativa do tempo de duração da cirurgia sobre os resultados intra-eritrocitários de água, sódio e potássio.

TABELA 4. Análise dos resultados de água, sódio e potássio intra-eritrocitários em função dos tempos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, independente do uso ou não de circulação extracorpórea.

ELEMENTO	F	P>F
Água IE	F(3,12) 0,49	0,6966
Sódio IE	F(3,12) 2,15	0,1477
Potássio IE	F(3,12) 2,29	0,1300

Conforme demonstra a tabela 5, a análise dos resultados de água, sódio e potássio intra-eritrocitários, comparando-se os cinco períodos de tempo estudados, demonstra não ter havido diferença estatisticamente significativa entre as crianças submetidas a circulação extracorpórea e aquelas que não o foram.

TABELA 5. Análise dos resultados de água, sódio e potássio intra-eritrocitários, nos períodos pré e pós-operatório, em função da utilização ou não de circulação extracorpórea.

ELEMENTO	F	P>F
Água IE	F(3,12) 2,80	0,0850
Sódio IE	F(3,12) 3,17	0,0639
Potássio IE	F(3,12) 1,85	0,1918

Na tabela 6 são analisados os resultados de água, sódio e potássio intra-eritrocitários, considerando-se o tempo de duração da circulação extracorpórea. Neste grupo de crianças houve diferença estatisticamente significativa, a nível de 5%, entre os valores do sódio intra-eritrocitário, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas do ato cirúrgico, na dependência do tempo de duração da circulação extracorpórea, ocorrendo redução dos níveis P.O. quando o tempo foi superior a 100 minutos, exceto no paciente 18, no qual ocorreu elevação no P.O. imediato e redução nos demais períodos. Quando o tempo de duração foi menor ocorreu uma elevação já no P.O. imediato.

TABELA 6. Análise dos resultados de água, sódio e potássio intra-eritrocitários, nos períodos pré e pós-operatório, em função do tempo de duração da circulação extracorpórea, no grupo de crianças submetidas a este procedimento.

ELEMENTO	F	P>F
Água IE	F(3,12) 0,60	0,6284
Sódio IE	F(3,12) 4,14	0,0314*
Potássio IE	F(3,12) 3,24	0,0602

* $p < 0,05$.

Observou-se também que, neste grupo de crianças, os níveis intra-eritrocitários de água apresentaram diferença estatisticamente significativa, a nível de 5%, entre os períodos pré e pós-operatórios, na dependência do balanço de líquidos decorrente da circulação extracorpórea. Constatou-se redução mais intensa entre os pacientes com maior balanço de líquidos, embora evolutivamente os níveis retornassem a valores semelhantes aos do período pré-operatório.

As tabelas 7, 8 e 9 apresentam as médias e respectivos erros padrões de água, sódio e potássio plasmáticos, respectivamente, durante os períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas da intervenção cirúrgica, nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea ou não.

TABELA 7. Médias e erros padrões das médias da água plasmática nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

TEMPO \ MODO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	Água Pl. (g/kg)	N	Água Pl. (g/kg)
Pré-operatório	16	930,63±18,42	11	923,73±22,15
Pós-operatório imediato	18	943,78±18,64	13	930,15±18,03
24 horas	18	935,11±20,82	13	930,15±15,59
48 horas	17	932,41±14,27	13	925,38±19,22
72 horas	13	931,85± 9,77	12	940,00±19,25

TABELA 8. Médias e erros padrões das médias do sódio plasmático nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

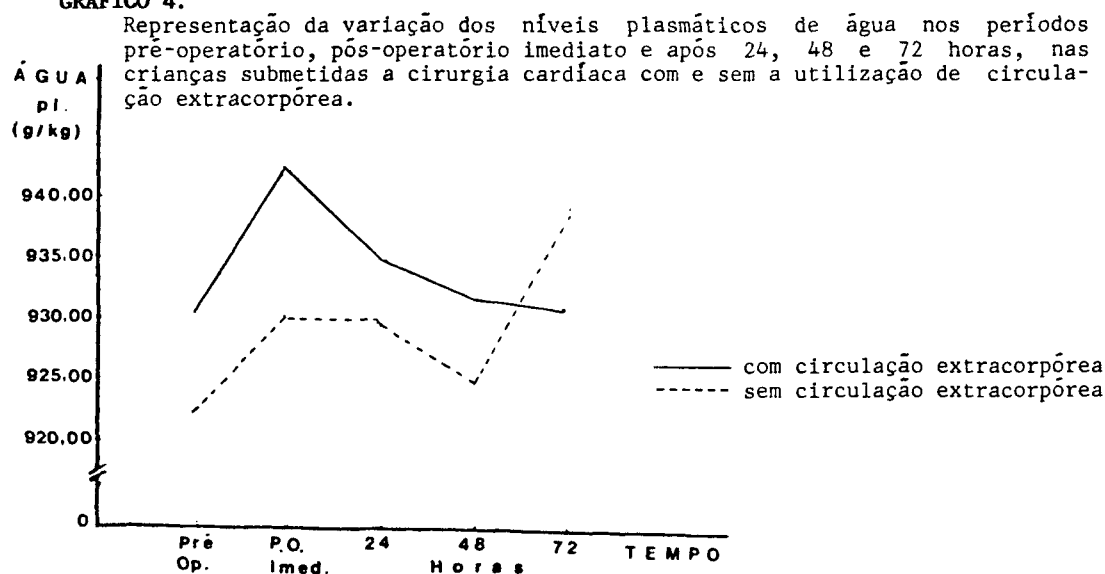
TEMPO \ MODO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	Sódio Pl. (mEq/l)	N	Sódio Pl. (mEq/l)
Pré-operatório	18	139,78±5,90	13	140,38±4,66
Pós-operatório imediato	18	136,44±6,59	12	133,42±4,89
24 horas	17	133,88±5,50	13	132,08±6,46
48 horas	17	133,71±5,21	11	134,73±6,45
72 horas	15	134,46±4,22	10	134,20±4,34

TABELA 9. Médias e erros padrões das médias do potássio plasmático nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

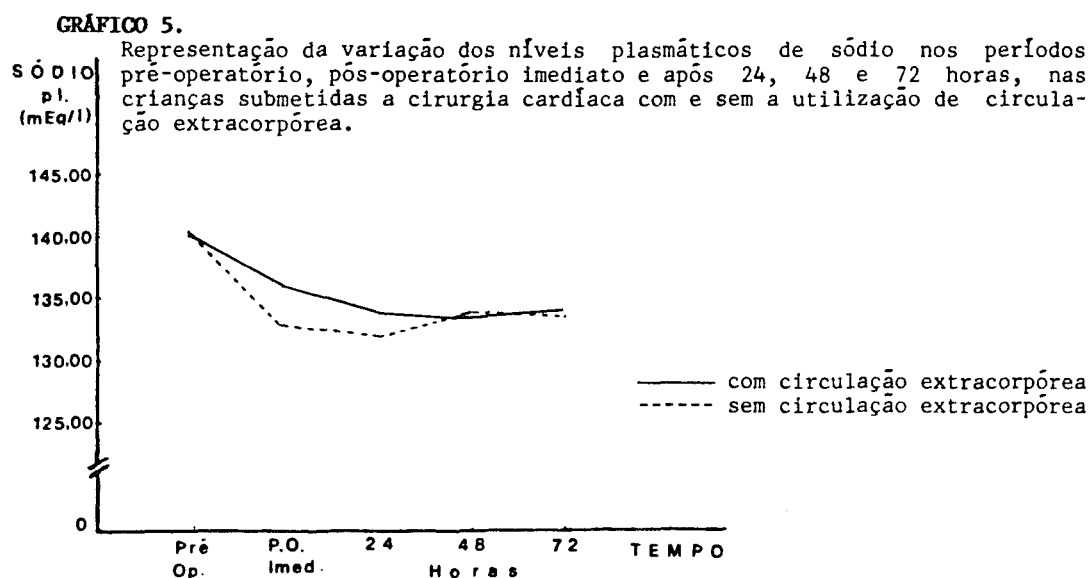
TEMPO \ MODO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	Potássio Pl. (mEq/l)	N	Potássio Pl. (mEq/l)
Pré-operatório	18	3,90±0,34	13	4,18±0,53
Pós-operatório imediato	18	4,16±0,87	12	4,09±0,64
24 horas	17	4,89±0,94	13	4,71±0,60
48 horas	17	4,35±0,74	11	4,18±0,52
72 horas	15	4,11±0,46	10	4,21±0,62

No gráfico 4 constata-se que em ambos os grupos de pacientes houve aumento dos níveis de água plasmática no período pós-operatório imediato, seguindo-se com redução progressiva até valores próximos do período pré-operatório durante as primeiras 48 horas após o término do ato cirúrgico. Entre as crianças que não foram submetidas a circulação extracorpórea observou-se tendência a elevação das cifras no 3º dia de pós-operatório.

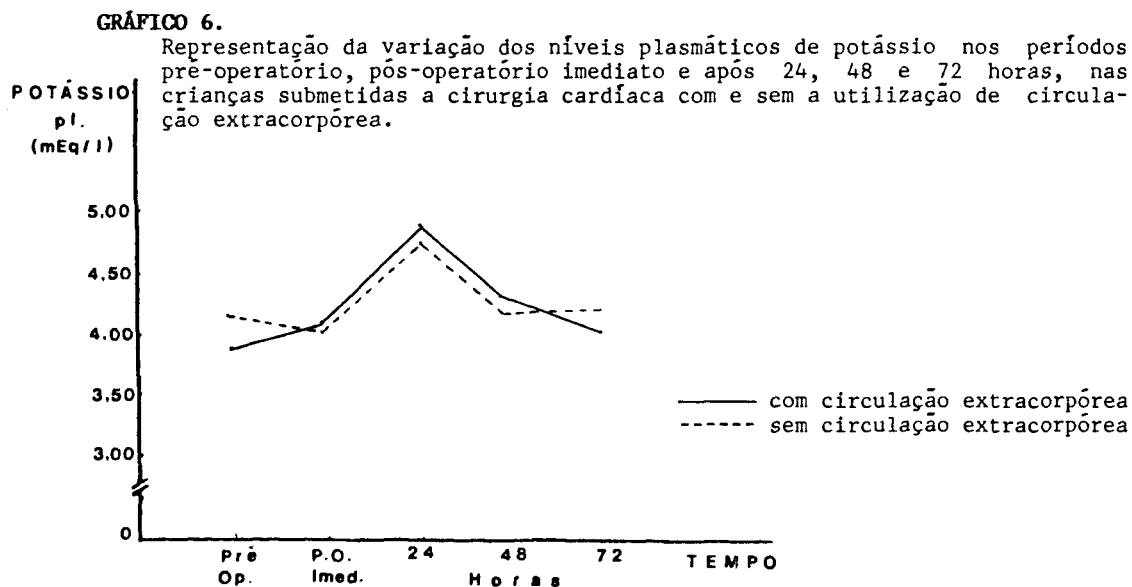
GRÁFICO 4.



Observa-se no gráfico 5 que em ambos os grupos de crianças houve redução do sódio plasmático no período pós-operatório, com estabilização entre o 2º e o 3º dia após o ato cirúrgico.



Os resultados representados no gráfico 6 evidenciam um acréscimo nos níveis plasmáticos de potássio nas primeiras 24 horas de pós-operatório, seguindo-se de um decréscimo até valores próximos aos do período pré-operatório.



A análise dos resultados em função dos períodos de tempo estudados, independente da utilização ou não de circulação extracorpórea, é apresentada na tabela 10, observando-se uma variação estatisticamente significativa em relação aos níveis plasmáticos de sódio, a nível de 5%, com redução dos valores pós-operatórios.

TABELA 10. Análise dos resultados de água, sódio e potássio plasmáticos em função dos tempos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, independente do uso ou não de circulação extracorpórea.

ELEMENTO	F	P>F
Água Pl.	F(3,12) 1,01	0,4237
Sódio Pl.	F(3,13) 3,79	0,0375*
Potássio Pl.	F(3,13) 0,03	0,9923

* $p < 0,05$.

Ao compararmos as dosagens plasmáticas de água, sódio e potássio nos dois grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca, em função da utilização ou não de circulação extracorpórea, de acordo com a tabela 11, constatamos que ocorreu variação estatisticamente significativa, a nível de 5%, apenas em relação aos valores da água, sendo o acréscimo pós-operatório mais intenso nos pacientes submetidos a cirurgia com circulação extracorpórea.

Também observamos que o tempo de duração da cirurgia teve influência estatisticamente significativa, a nível de 5%, sendo o acréscimo de água plasmática, no período pós-operatório, mais acentuado nos pacientes cujo tempo de cirurgia foi mais prolongado.

TABELA 11. Análise dos resultados de água, sódio e potássio plasmáticos nos períodos pré e pós-operatório em função da utilização ou não de circulação extracorpórea.

ELEMENTO	F	P>F
Água Pl.	F(3,12) 4,27	0,0287*
Sódio Pl.	F(3,13) 0,70	0,5679
Potássio Pl.	F(3,13) 0,26	0,8505

* $p < 0,05$.

O tempo de duração da circulação extracorpórea não interferiu no comportamento da água, sódio e potássio plasmáticos no período pós-operatório das crianças submetidas a esse procedimento.

Contudo, ao analisarmos o comportamento dos valores plasmáticos de água, sódio e potássio em função do balanço de líquidos da circulação extracorpórea, no grupo de crianças submetidas a este procedimento, constatamos que a variação da água e do potássio entre os períodos pré e pós-operatório foi estatisticamente significativa, a níveis de 1 e 5% respectivamente, observando-se um aumento dos valores médios após a intervenção cirúrgica.

As tabelas 12, 13, 14 e 15 expõem as médias e erros padrões das médias do cloro, cálcio, uréia e glicose plasmáticos, respectivamente, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas do ato cirúrgico, nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem utilização de circulação extracorpórea.

TABELA 12. Médias e erros padrões das médias do cloro plasmático nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

TEMPO \ MODO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	Cloro Pl. (mEq/l)	N	Cloro Pl. (mEq/l)
Pré-operatório	14	107,86±5,19	12	103,88±6,23
Pós-operatório imediato	16	95,25±3,89	12	99,08±5,99
24 horas	16	97,00±5,94	12	98,28±5,77
48 horas	12	95,04±4,98	10	96,16±5,36
72 horas	12	95,74±6,53	9	99,24±6,19

TABELA 13. Médias e erros padrões das médias do cálcio plasmático nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

TEMPO \ MODO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	Cálcio Pl. (mg/dl)	N	Cálcio Pl. (mg/dl)
Pré-operatório	16	9,08±1,01	13	9,30±0,86
Pós-operatório imediato	15	8,51±0,77	11	8,73±0,95
24 horas	13	8,91±1,04	12	9,94±1,28
48 horas	10	8,76±1,23	9	8,95±0,72
72 horas	13	8,51±1,65	8	9,31±0,91

TABELA 14. Médias e erros padrões das médias da uréia plasmática nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

TEMPO \ MODO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	Uréia Pl.(mg/dl)	N	Uréia Pl.(mg/dl)
Pré-operatório	16	28,18±10,62	11	23,92±8,78
Pós-operatório imediato	18	32,10± 9,65	10	33,80± 10,92
24 horas	17	35,35±11,50	13	51,25± 70,80*
48 horas	15	37,77± 22,13	10	31,36± 13,51
72 horas	13	37,83± 12,12	8	33,56± 10,70

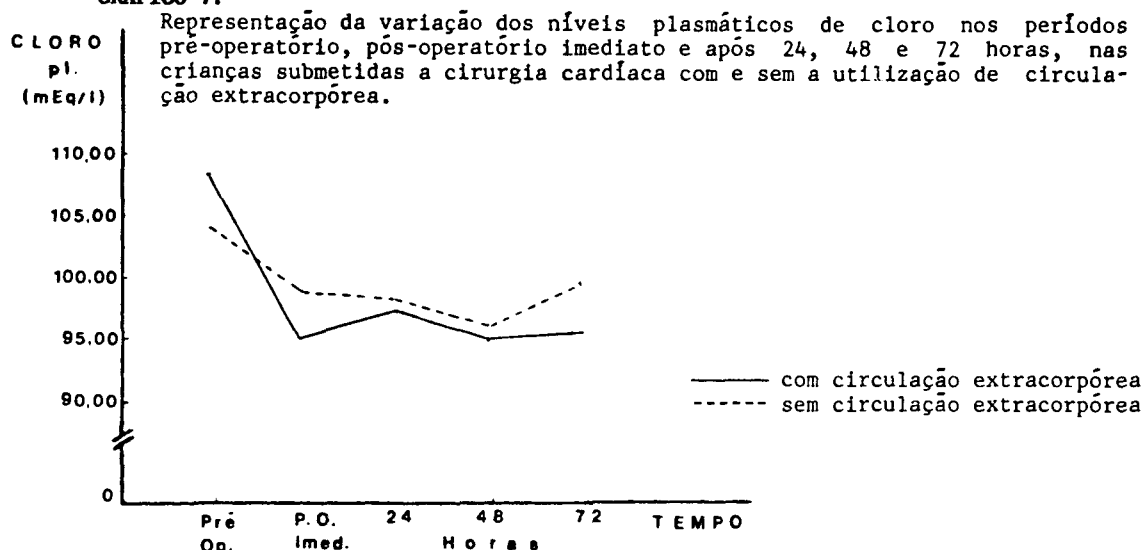
* Excluído o paciente 21, teríamos 31,77±9,31 (N=12).

TABELA 15. Médias e erros padrões das médias da glicose plasmática nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

TEMPO \ MODO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	Glicose Pl.(mg/dl)	N	Glicose Pl.(mg/dl)
Pré-operatório	17	99,79±26,61	11	92,59±18,45
Pós-operatório imediato	17	260,26±128,49	11	197,20±128,68
24 horas	16	212,84±86,29	13	133,58±58,00
48 horas	13	199,58±86,44	10	117,15±46,74
72 horas	14	183,81±85,40	8	98,04±33,61

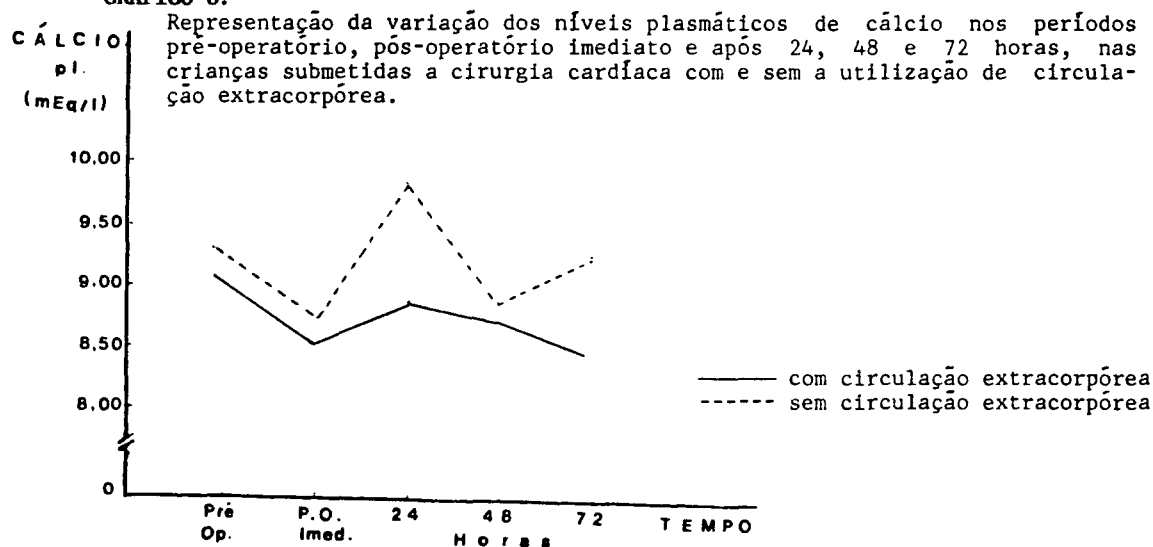
Conforme o gráfico 7, pode-se constatar que houve redução dos valores plasmáticos do cloro no período pós-operatório, mais acentuadamente no grupo de crianças submetidas a circulação extracorpórea.

GRÁFICO 7.



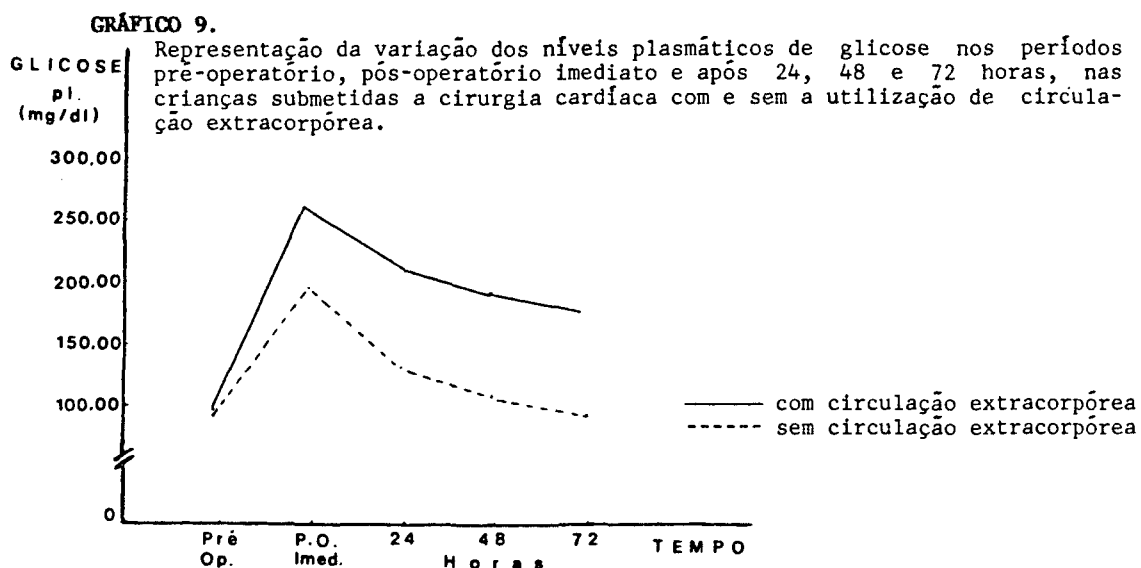
Os níveis plasmáticos de cálcio, como demonstra o gráfico 8, sofreram redução no período pós-operatório imediato, em ambos os grupos de pacientes. Durante as primeiras 24 horas de pós-operatório ocorreu um aumento mais acentuado entre as crianças que não foram submetidas a circulação extracorpórea, seguindo-se de nova queda no 2º dia após o ato cirúrgico.

GRÁFICO 8.

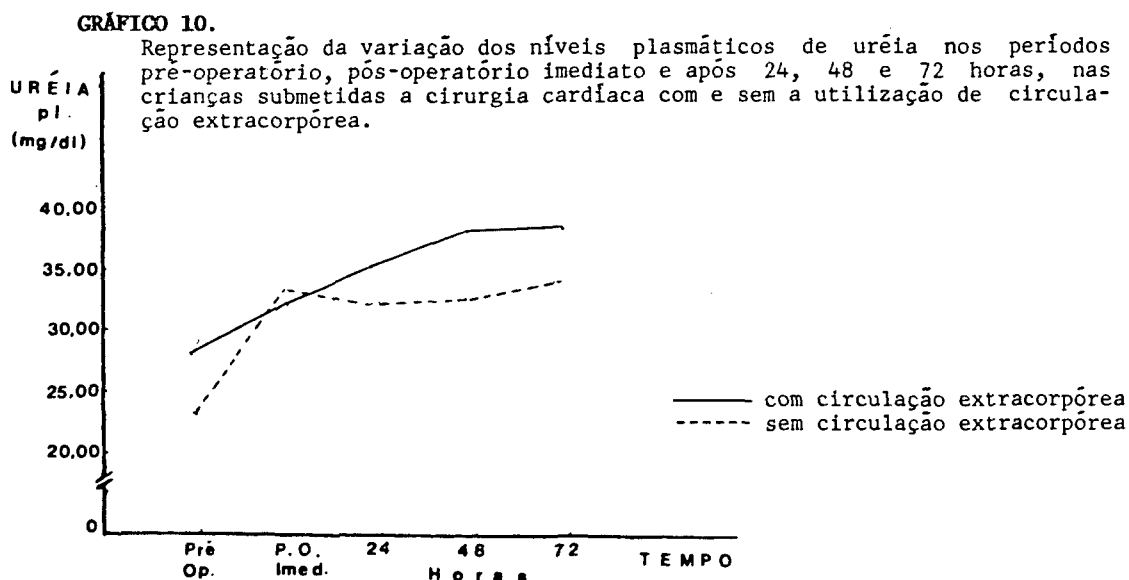


O comportamento da glicose plasmática, observado no gráfico 9, foi semelhante em ambos os grupos estudados, verificando-se um aumento acentuado no período pós-operatório

imediatamente, com redução gradual nos dias que seguiram ao término do ato cirúrgico. Contudo, entre os pacientes submetidos a circulação extracorpórea, os níveis permaneceram elevados até 72 horas após a cirurgia.



O gráfico 10 revela um aumento dos valores da uréia plasmática no período pós-operatório imediato em ambos os grupos de crianças, mantendo-se constantes durante as 72 horas que seguiram ao término da cirurgia.



Na análise da variação plasmática em relação aos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e 24, 48 e 72 horas após a cirurgia, conforme a tabela 16, observe-se que houve diferença estatisticamente significativa em relação ao cálcio e não houve em relação ao cloro, uréia e glicose.

TABELA 16. Análise da variação plasmática de cloro, cálcio, uréia e glicose nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, independente do uso ou não de circulação extracorpórea.

ELEMENTO/SUBSTÂNCIA	F	P>F
Cloro Pl.	F(3,13) 0,03	0,9923
Cálcio Pl.	F(3,5) 6,33	0,0373*
Uréia Pl.	F(3,4) 4,64	0,0861
Glicose Pl.	F(3,2) 3,00	0,2599

* $p < 0,05$.

Quando comparamos os grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea, conforme a tabela 17, verificamos que ocorreu variação estatisticamente significativa apenas em relação aos valores de glicose plasmática, enquanto não ocorreu o mesmo com os níveis de cloro, cálcio e uréia plasmática.

TABELA 17. Análise da variação plasmática de cloro, cálcio, uréia e glicose nos períodos pré e pós-operatório em função da realização ou não de circulação extracorpórea.

ELEMENTO/SUBSTÂNCIA	F	P>F
Cloro Pl.	F(3,13) 0,26	0,8505
Cálcio Pl.	F(3,5) 0,28	0,8350
Uréia Pl.	F(3,4) 0,54	0,6814
Glicose Pl.	F(3,2) 44,90	0,0219*

* $p < 0,05$.

As tabelas 18, 19, 20 e 21 apresentam as médias e respectivos erros padrões do equilíbrio ácido-básico nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas da cirurgia, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea.

TABELA 18. Médias e erros padrões das médias do pH sanguíneo nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

MODO TEMPO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	pH	N	pH
Pré-operatório	18	7,38±0,04	12	7,38±0,06
Pós-operatório imediato	18	7,40±0,06	13	7,33±0,09
24 horas	18	7,41±0,09	13	7,40±0,05
48 horas	17	7,44±0,08	13	7,40±0,05
72 horas	15	7,44±0,04	10	7,43±0,03

TABELA 19. Médias e erros padrões das médias da PCO₂ sanguínea nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

MODO TEMPO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	PCO ₂ (mmHg)	N	PCO ₂ (mmHg)
Pré-operatório	18	30,10±5,34	12	32,44±4,88
Pós-operatório imediato	18	32,26±9,98	13	36,60±4,09
24 horas	18	33,98±7,38	13	30,91±3,71
48 horas	17	30,99±6,02	13	33,07±5,36
72 horas	15	30,33±6,34	10	33,29±4,96

TABELA 20. Médias e erros padrões das médias do bicarbonato real sanguíneo nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

TEMPO \ MODO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	Bicarbonato(mEq/l)	N	Bicarbonato(mEq/l)
Pré-operatório	18	18,69±6,34	12	18,63±2,24
Pós-operatório imediato	17	20,46±3,04	13	19,24±4,10
24 horas	18	20,46±3,30	13	19,16±3,00
48 horas	17	20,25±3,97	13	20,38±4,86
72 horas	15	30,32±4,53	10	21,47±3,99

TABELA 21. Médias e erros padrões das médias do excesso de bases (BE) sanguíneo nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas.

TEMPO \ MODO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	BE(mEq/l)	N	BE(mEq/l)
Pré-operatório	18	-5,59±2,16	12	-4,80±2,92
Pós-operatório imediato	18	-2,94±2,88	13	-5,56±5,42
24 horas	18	-2,40±3,68	13	-3,92±3,00
48 horas	17	-1,90±4,62	13	-2,74±4,80
72 horas	15	-2,03±3,81	10	-0,85±3,67

Os gráficos 11, 12, 13 e 14 representam o comportamento ácido-básico das crianças estudadas, podendo-se observar uma tendência à neutralidade durante o período pós-operatório, em ambos os grupos de pacientes, embora houvesse tendência à acidose no período pós-operatório imediato entre as crianças que não foram submetidas a circulação extracorpórea, retornando à neutralidade nos demais períodos de tempo.

GRÁFICO 11.

Representação da variação dos níveis sanguíneos de pH nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea.

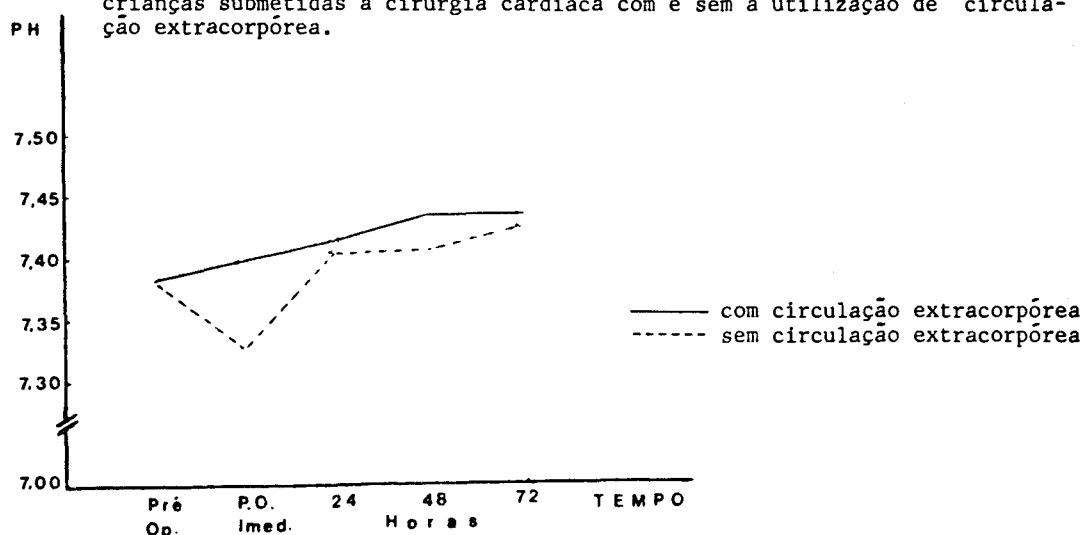


GRÁFICO 12.

Representação da variação dos níveis sanguíneos de PCO_2 nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea.

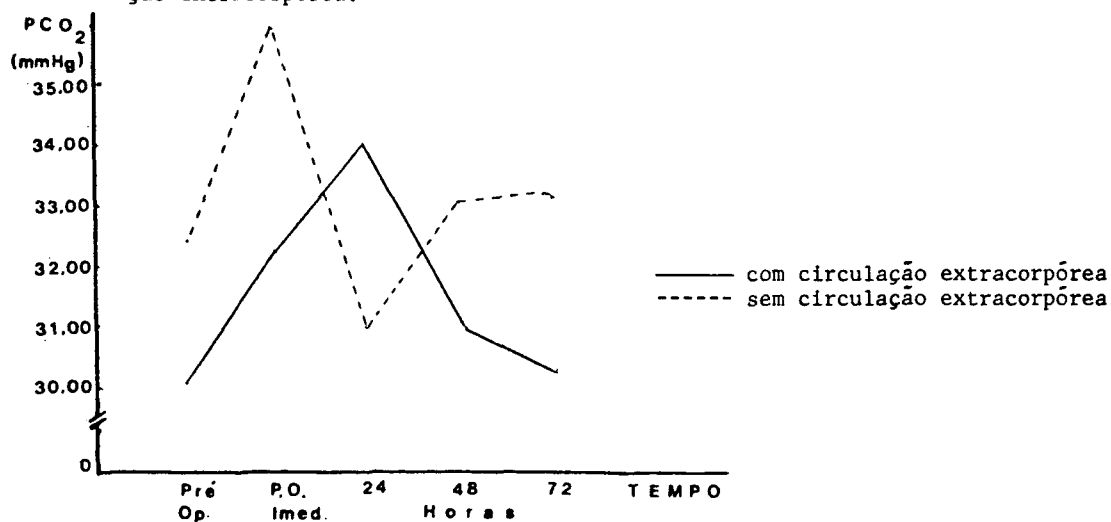


GRÁFICO 13.

Representação da variação dos níveis sanguíneos de HCO_3^- nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea.

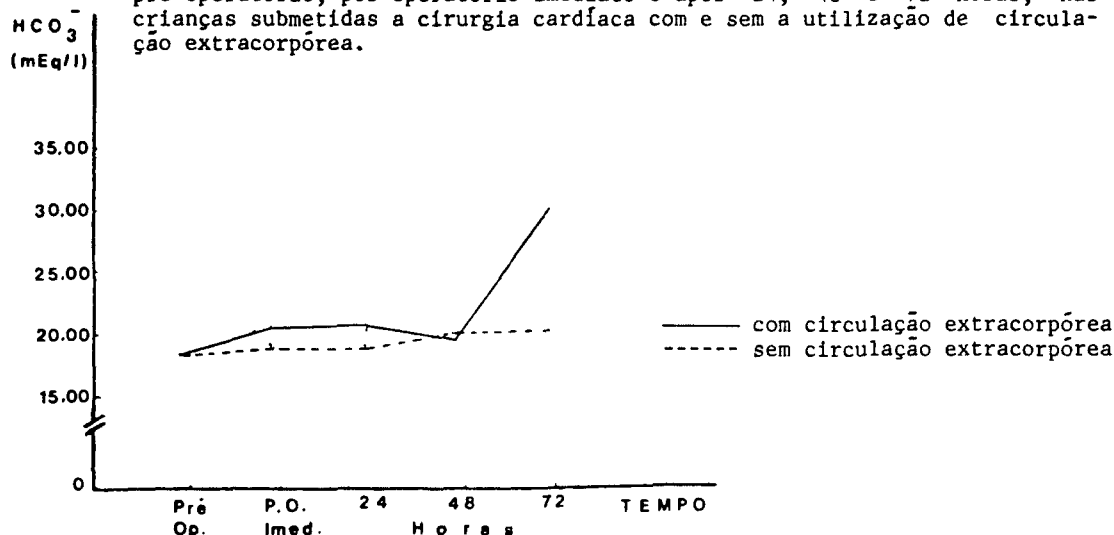
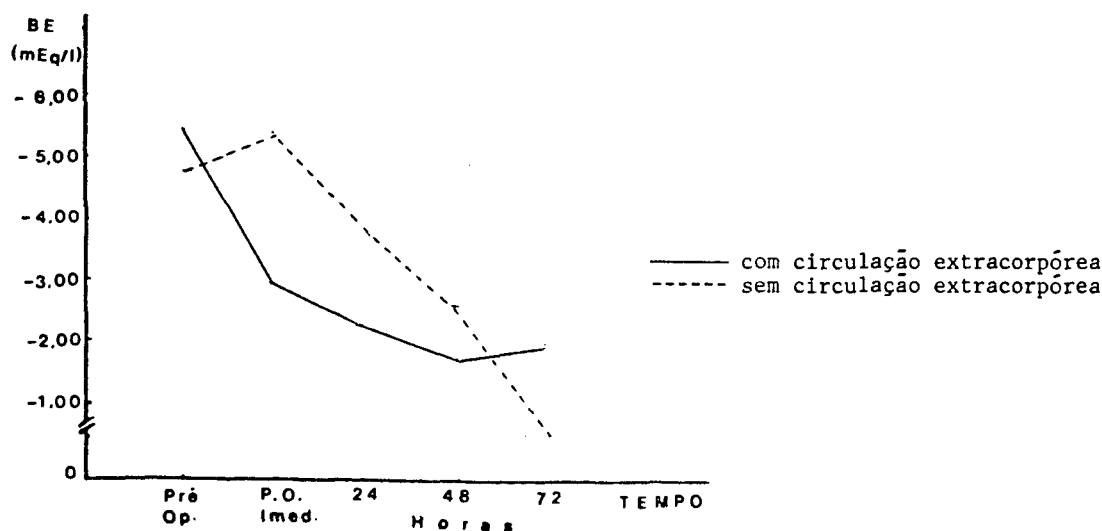


GRÁFICO 14.

Representação da variação dos níveis sanguíneos de BE nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea.



A análise da variação sanguínea do estudo ácido-básico nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas do ato cirúrgico, como mostra a tabela 22, apresentou diferença estatisticamente significativa, a nível de 1% para o pH e a nível de 5% para o excesso de ba-

ses (BE); não havendo influência da utilização da circulação extracorpórea sobre o comportamento ácido-básico dos pacientes.

TABELA 22. Análise da variação sanguínea do equilíbrio ácido-básico nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, independente do uso ou não de circulação extracorpórea.

	F	P>F
pH Pl.	F(3,16) 7,98	0,0018**
PCO ₂ Pl.	F(3,16) 1,61	0,2112
BE Pl.	F(3,16) 3,66	0,0349*
Bicarbonato	F(3,15) 0,12	0,9459

* p<0,05.

** p<0,01.

Nas tabelas 23 e 24 são apresentadas as médias, e respectivos erros padrões, do sódio e potássio urinários, nos períodos pré-operatório e após 24, 48 e 72 horas da intervenção cirúrgica, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea. Conforme os gráficos 15 e 16, houve redução da excreção urinária de sódio no período pós-operatório em ambos os grupos de crianças. Em relação ao potássio urinário, houve uma queda de sua excreção nos pacientes submetidos a circulação extracorpórea, enquanto nos demais ocorreu um aumento da excreção nas primeiras 24 horas, seguido de um decréscimo após 48 e 72 horas.

TABELA 23. Médias e erros padrões das médias do sódio urinário nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório e após 24, 48 e 72 horas do ato cirúrgico.

TEMPO \ MODO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	Sódio Ur. (mEq/l)	N	Sódio Ur. (mEq/l)
Pré-operatório	14	155,78±46,52	8	134,50±48,63
Pós-operatório 24 horas	18	116,89±60,80	13	86,31±46,44
48 horas	14	61,68±40,08	12	47,30±23,61
72 horas	14	57,90±40,82	8	67,60±49,37

Gráfico 15.

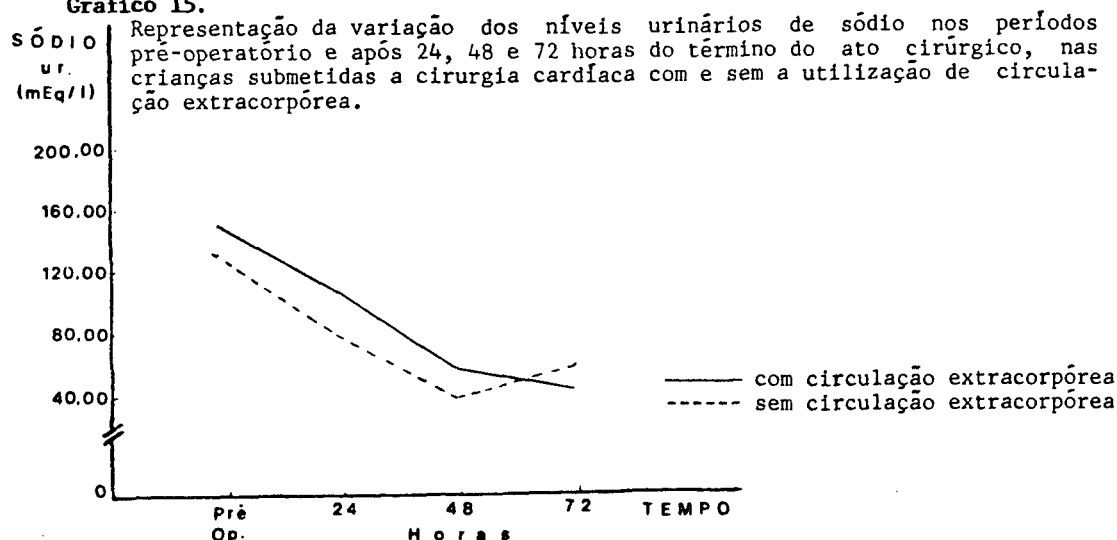
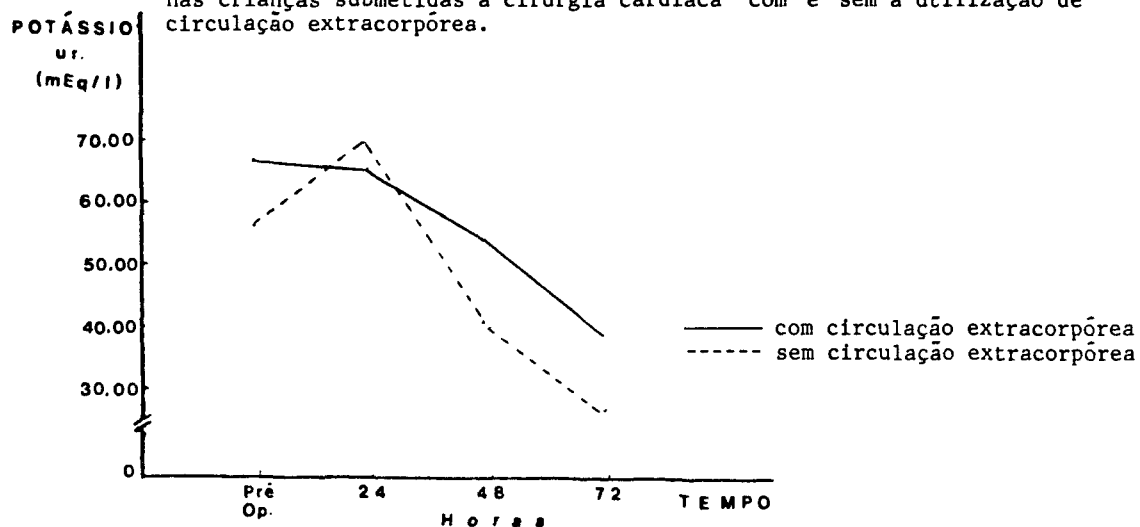


TABELA 24. Médias e erros padrões das médias do potássio urinário nos grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem circulação extracorpórea nos períodos pré-operatório e após 24, 48 e 72 horas do ato cirúrgico.

TEMPO \ MODO	COM EXTRACORPÓREA		SEM EXTRACORPÓREA	
	N	Potássio Ur. (mEq/l)	N	Potássio Ur. (mEq/l)
Pré-operatório	13	68,94±43,98	9	57,50±31,48
Pós-operatório 24 horas	18	67,75±22,15	13	70,77±30,00
48 horas	14	54,07±22,15	12	41,07±24,90
72 horas	14	39,58±25,06	9	29,31±18,46

Gráfico 16.

Representação da variação dos níveis urinários de potássio nos períodos pré-operatório e após 24, 48 e 72 horas do término do ato cirúrgico, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com e sem a utilização de circulação extracorpórea.



Não houve variação estatisticamente significativa dos níveis urinários de sódio e potássio em relação aos períodos pré e pós-operatório, à utilização ou não de circulação extracorpórea, ao tempo de duração da cirurgia e da circulação extracorpórea e ao balanço de líquidos da circulação extracorpórea.

DISCUSSÃO

CARVALHO¹⁷ considera o meio intracelular como o laboratório vital por excelência. Há alterações do líquido extracelular que são meros reflexos de modificações ocorridas primariamente no fluido do compartimento intracelular.

As intervenções cardíacas determinam alterações eletrolíticas mais acentuadas que aquelas causadas pela doença básica, gerando dificuldades ainda maiores para a função miocárdica.¹⁰¹

As alterações agudas na composição corporal resultantes das cirurgias cardíacas, particularmente aquelas sob circulação extracorpórea, contribuem sobremaneira para a morbidade e mortalidade trans e pós-operatória.⁸²

ÁGUA INTRA-ERITROCITÁRIA E PLASMÁTICA

CLELAND e colaboradores²¹, estudando 14 pacientes submetidos a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea e 30 pacientes submetidos a circulação extracorpórea, observaram no primeiro grupo uma redução do volume plasmático. Nos pacientes que utilizaram circulação extracorpórea houve um aumento da água extracelular em até 16%, relacionado com a duração e o volume da perfusão. Evidenciou-se também uma re-

dução da água intracelular nestes pacientes, sem que alterasse a água corporal total.

PACÍFICO e colaboradores⁸³ acompanharam pacientes submetidos a cirurgia cardíaca utilizando circulação extracorpórea e verificaram um aumento da água intra e extracelular em 8 a 15% do volume, relacionando esta elevação com a técnica de circulação extracorpórea.

Outros autores constataram um aumento de 18 a 33% no volume líquido extracelular em pacientes que fizeram uso de circulação extracorpórea.¹⁴

KNOTT⁶⁶, ao contrário, observou, no pós-operatório imediato e até 48 horas após a cirurgia intracardíaca, uma redução do volume plasmático em até 5%, relacionando tal fato com uma possível aceleração da difusão protéica através da membrana capilar, determinada por diversos fatores como a anestesia, hipóxia, acidose e trauma cirúrgico.

No presente estudo não constatamos diferença nos valores de água intra-eritrocitária nos períodos pré e pós-operatório, entre o grupo de crianças que utilizou circulação extracorpórea e aquele que não o fez, embora ocorresse uma redução mais acentuada dos valores médios pós-operatórios nas crianças submetidas a circulação extracorpórea.

No grupo de crianças submetidas a circulação extracorpórea observou-se a existência de uma relação entre a redução dos valores de água intra-eritrocitária e o balanço de líquidos da circulação extracorpórea, constatando-se redução mais acentuada nos pacientes com maior balanço líquido positivo. Este fenômeno poderia ser justificado pelo emprego de

substâncias hiperosmolares, determinando a saída de água do meio intracelular ao espaço vascular, promovendo o equilíbrio osmolar entre ambos os meios.

Quando consideramos a água plasmática, houve um aumento dos valores no período pós-operatório em ambos os grupos estudados.

A variação da água plasmática nos períodos pré e pós-operatório esteve diretamente relacionada com o tempo de duração da cirurgia em ambos os grupos de crianças.

O aumento da água plasmática no período pós-operatório, em função da utilização de circulação extracorpórea, foi concordante com os relatos de literatura.^{14,21,83,101} Essa variação foi ainda mais evidente quando relacionada ao balanço de líquidos da circulação extracorpórea.

A elevação da água plasmática no período pós-operatório está relacionada com a oferta hídrica durante a cirurgia e a fatores que determinam secreção inapropriada do hormônio antidiurético, tais como o **stress** cirúrgico e o emprego de substâncias hiperosmolares (manitol, glicose hipertônica, bicarbonato de sódio), embora as soluções hemodiluídas utilizadas para a circulação extracorpórea, ou para a manutenção do metabolismo basal, tenham constituição isosmolar.

A redução dos níveis de água plasmática já a partir das primeiras 24 horas de pós-operatório deveu-se, possivelmente, à interrupção da secreção de hormônio antidiurético e ao controle pós-operatório com restrição hídrica.

SÓDIO E POTÁSSIO INTRA-ERITROCITÁRIOS E PLASMÁTICOS

A variação eletrolítica intracelular em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, até o presente momento, não foi profundamente investigada.

BACZYK⁶, analisando pacientes operados com auxílio de circulação extracorpórea, observou uma diminuição da concentração de potássio no miocárdio, no soro e na urina. Verificou, também, um aumento de sódio no miocárdio e uma redução no soro.

Fato semelhante em relação ao comportamento do potássio miocárdico foi constatado por TAGGART e SLATER¹⁰⁸, observando que, entre 100 pacientes submetidos a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea, 21 apresentaram arritmia ventricular determinada por uma queda de 50% entre os níveis pré e pós-operatório.

Outros relatos de literatura, estudando pacientes submetidos a cirurgia cardíaca com emprego de circulação extracorpórea, não constatarem alteração de sódio e cloro no soro, tendo havido, contudo, redução dos níveis séricos de potássio, cálcio, fósforo, zinco e magnésio. Os autores relacionam a deficiência de potássio com um aumento da excreção urinária causado pelo **stress** cirúrgico, com aumento da secreção de aldosterona; à pequena quantidade de potássio no líquido de perfusão e à alcalose respiratória determinada pela ventilação mecânica.^{29,91}

HARDEN e colaboradores⁵³, numa pesquisa com 53 crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem complicações, obser-

varam queda dos níveis plasmáticos de sódio e cloro no período pós-operatório, com normalização no 4º dia após a intervenção cirúrgica, considerando como resposta fisiológica reversível devido ao trauma operatório.

BOZER¹³ analisou 23 casos e SZADKOWSKI¹⁰⁷, 71 casos de cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea, verificando uma redução dos níveis séricos de sódio, potássio, cloro e cálcio no período pós-operatório.

SINZ e colaboradores¹⁰¹, num estudo de 93 pacientes submetidos a cirurgia cardíaca sob circulação extracorpórea e 14 sem o emprego deste procedimento, observaram que o valor do potásio sérico sofreu queda importante durante a extracorpórea, apesar da administração de cloreto de potássio durante a perfusão. Também houve redução dos níveis de potássio no músculo esquelético e no miocárdio. Em relação ao sódio, houve um aumento no músculo esquelético e no miocárdio durante a perfusão, enquanto os níveis séricos permaneceram inalterados.

No presente estudo verificamos que ocorreu um aumento dos níveis intra-eritrocitários de sódio no período pós-operatório em ambos os grupos de crianças. Embora os valores médios tenham sido maiores nos pacientes submetidos a circulação extracorpórea, a utilização deste procedimento não exerceu influência nos resultados obtidos. Naquelas crianças submetidas a circulação extracorpórea, observou-se que o aumento de sódio intra-eritrocitário no período pós-operatório teve correlação direta em função do tempo de duração do procedimento.

O aumento dos níveis intra-eritrocitários de sódio pode ser justificado pela perda de água para o meio extracelular, devido à hiperosmolaridade determinada pelo excesso de glicose e bicarbonato. Deste modo, além da maior concentração intracelular de sódio devida à saída de água, também a participação da bomba de sódio, promovendo a troca de sódio por potássio, colaborando para a elevação plasmática de potássio. Desta maneira a osmolaridade intracelular foi mantida pelo sódio, e no extracelular pela glicose e bicarbonato.

A análise dos níveis plasmáticos de sódio demonstrou uma redução no período pós-operatório em ambos os grupos pesquisados. Esta variação esteve relacionada com o período pós-operatório, porém não houve relação com o tempo de duração da cirurgia, com a utilização ou não de circulação extracorpórea e tampouco com o tempo de duração ou com o balanço de líquidos da circulação extracorpórea.

Como as pesquisas da literatura restringem-se praticamente aos casos operados sob circulação extracorpórea, buscou-se relacionar as alterações do sódio intra-eritrocitário e plasmático com o emprego deste procedimento, o que não foi evidenciado neste trabalho, ocorrendo variação do sódio apenas em função do ato cirúrgico, independente da utilização ou não de circulação extracorpórea.

A redução do sódio plasmático está diretamente relacionada com a retenção hídrica. Progressivamente esta redução foi atenuada pela restrição da oferta de líquidos no pe-

riodo pós-operatório e pela maior reabsorção de sódio nos túbulos renais, por intermédio da aldosterona.

Os valores médios de potássio intra-eritrocitário não apresentaram variação significativa em função dos períodos pré e pós-operatório, ou da utilização ou não de circulação extracorpórea, embora tenha ocorrido um aumento dos valores médios no período pós-operatório nos pacientes submetidos a circulação extracorpórea, e um decréscimo no período pós-operatório imediato entre os demais pacientes.

Quando analisamos os níveis plasmáticos de potássio verificamos um discreto aumento dos valores médios no período pós-operatório, sem que houvesse variação significativa em relação aos períodos pré e pós-operatório ou à utilização ou não de circulação extracorpórea. No grupo de crianças submetidas a circulação extracorpórea existiu correlação entre a variação do potássio plasmático e o balanço de líquidos do procedimento.

Esses achados foram discordantes daqueles da literatura, que constatarem uma redução dos níveis séricos de potássio no período pós-operatório, possivelmente devido às diferenças dos líquidos de infusão da circulação extracorpórea.^{13,28,91,107}

A manutenção dos níveis intra-eritrocitários de potássio pode espelhar apenas que a sua concentração intracelular permaneceu estável; contudo, verificada redução da água intra-eritrocitária, pode-se concluir que ocorreu redução proporcional do potássio. Este fato poderia estabelecer a atuação do mecanismo da bomba de sódio, determinando au-

mento do potássio plasmático. É bem estabelecido que o aumento plasmático de potássio está intimamente associado com a oferta nos períodos per e pós-operatórios, e também com o potássio liberado pela hemólise durante o procedimento de circulação extracorpórea e graus variáveis de necrose e hipóxia tecidual com lesão celular e liberação de potássio ao meio extracelular.

CLORO, CÁLCIO, URÉIA E GLICOSE PLASMÁTICOS

Em relação aos valores plasmáticos de cloro, em ambos os grupos de crianças, houve redução dos níveis médios no período pós-operatório, embora esta variação não tenha sido significativa.

Alguns autores^{13,34,53} observaram redução dos níveis plasmáticos de cloro no período pós-operatório imediato, normalizados após 48 horas; enquanto outros⁹¹ não constatarem estas variações.

A redução dos níveis plasmáticos de cloro está associada ao decréscimo do sódio plasmático e, por conseguinte, ao aumento do conteúdo plasmático de água.

Os níveis plasmáticos de cálcio variaram de maneira significativa entre os períodos pré e pós-operatório, com redução dos valores médios após a cirurgia, independente da utilização ou não de circulação extracorpórea, em concordância com os dados da literatura.^{13,107} A hemodiluição é considerada como causa mais importante para a redução do cálcio

plasmático durante o período pós-operatório imediato. A elevação ocorrida depois de 24 horas do ato cirúrgico pode representar a liberação de cálcio celular por necrose e hipóxia tecidual, além da participação do **stress** cirúrgico e anestésico determinando hiperaldosteronismo secundário, com retenção de cátions e água.

À exceção de uma criança submetida a cirurgia para correção de coarctação da aorta, nas demais os níveis plasmáticos de uréia mantiveram-se dentro dos padrões normais, em conformidade com os resultados apresentados por FERRARA³⁴.

A estabilidade das cifras plasmáticas de uréia evidenciam que o procedimento cirúrgico e os métodos utilizados não produziram qualquer efeito danoso, ainda que temporário, sobre a função renal, indicando que o controle per e pós-operatório foi adequado.

Os valores plasmáticos de glicose tornaram-se mais elevados no período pós-operatório, particularmente nos pacientes submetidos a circulação extracorpórea. Houve diferença significativa em função do emprego de circulação extracorpórea, fato semelhante às observações da literatura,^{34,101} onde se atribui o aumento da glicemia às soluções glicosadas utilizadas no líquido de perfusão e ao **stress** cirúrgico com redução da atividade insulínica devido à liberação de hormônios contra-reguladores (p.ex. catecolaminas, glucagon).

EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO

As alterações do equilíbrio ácido-básico podem influir sobre as trocas iônicas entre os comportamentos intra e extracelular.¹⁰¹

REGENSBURGER e colaboradores⁹¹ acompanharam 10 pacientes submetidos a cirurgia cardíaca sob circulação extracorpórea, empregando na perfusão uma solução hemodiluída com Ringer-lactato, observando o desenvolvimento de acidose durante a perfusão, acentuando-se progressivamente até o final da cirurgia. Durante o período pós-operatório houve normalização dos níveis de pH.

A análise do equilíbrio ácido-básico no presente estudo não evidenciou variação relacionada ao emprego ou não de circulação extracorpórea, tendo, contudo, ocorrido variação significativa em relação ao pH e ao excesso de bases em ambos os grupos de crianças, quando foram comparados os cinco períodos de tempo pesquisados, ou seja, pré-operatório, pós-operatório imediato, 24, 48 e 72 horas após a intervenção cirúrgica. No período pós-operatório houve tendência à neutralidade, mantendo-se os níveis médios de pH, PCO_2 , BE e bicarbonato dentro da normalidade. A discreta tendência à acidose verificada no pós-operatório imediato das crianças não submetidas a circulação extracorpórea desapareceu nas primeiras 24 horas após o ato cirúrgico. Este comportamento espelha a monitorização per-operatória mais adequada das condições ácido-básicas no grupo de crianças submetidas a circulação extracorpórea, no qual o estudo sistemático dos ga-

ses sanguíneos permitiu a manutenção de condições ótimas de equilíbrio, evitando os efeitos nefastos determinados pela acidose ou alcalose sobre o metabolismo tecidual e celular.

SÓDIO E POTÁSSIO URINÁRIOS

A excreção urinária de sódio e potássio está relacionada com a sua oferta, com a secreção de hormônio antidiurético, com o equilíbrio ácido-básico e com o uso de drogas (digital e diuréticos) neste grupo de pacientes cardiopatas, desde que a função renal esteja conservada.^{27,71} A nível do túbulo distal existe uma competição do íon potássio com o sódio na troca pelo H^+ , de modo que se a excreção de um destes íons estiver aumentada a do outro estará diminuída.

A tendência à retenção de sódio, devido ao aumento da secreção de aldosterona em consequência do **stress** cirúrgico, não está claramente definida, mas sabe-se que a retenção de sódio é proporcional à oferta.^{22,113}

BACZYK⁶ observou redução da concentração de potássio urinário em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACÍFICO e colaboradores⁸⁴ estudaram a excreção urinária de sódio em 22 pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, constatando na totalidade dos casos uma redução da natriúria durante o pós-operatório imediato, enquanto 25% dos casos mantinham baixa excreção de sódio após 2 a 4 semanas. Os autores afirmam que a baixa excreção de sódio no período pós-

operatório tardio está relacionada com piora do prognóstico.

Nas 31 crianças analisadas neste estudo, observamos uma redução da excreção urinária de sódio já nas primeiras 24 horas de pós-operatório, acentuando-se posteriormente, em conformidade com os dados apresentados na literatura.^{6,22,84,113} Essa redução está associada ao hiperaldosteronismo secundário devido à hemodiluição com redução do sódio plasmático.

Em relação à excreção urinária de potássio, constatamos uma redução mais acentuada após 48 horas de pós-operatório. O grupo de crianças não submetido a circulação extracorpórea, durante o período pós-operatório imediato, apresentou elevação do potássio urinário, semelhante aos achados de DIETER JR e colaboradores²⁸, que relacionaram o aumento da excreção urinária com o **stress** cirúrgico e aumento da secreção de aldosterona. O mesmo não ocorreu com os pacientes submetidos a circulação extracorpórea, devido à pequena quantidade de potássio no líquido perfundido.

Embora tenhamos observado essas variações na excreção urinária de sódio e potássio, não houve alteração significativa em relação aos períodos pré e pós-operatório, à utilização ou não de circulação extracorpórea, ao tempo de duração da cirurgia e ao tempo de duração e balanço de líquidos da circulação extracorpórea.

O estudo hidro-eletrolítico intra-eritrocitário pode auxiliar no controle pré e pós-operatório, minimizando os riscos decorrentes das alterações metabólicas, já que podem

ocorrer variações no compartimento intracelular sem que existam modificações plasmáticas imediatas.

Com a avaliação constante da água e eletrólitos intra e extracelulares pode-se estabelecer as condições ótimas de hidratação e de reposição eletrolítica no período pós-operatório e, fundamentalmente, adequar as soluções perfundidas durante o ato cirúrgico através da circulação extracorpórea, de acordo com os padrões considerados ideais ao metabolismo celular, reduzindo riscos que possam promover o aumento da morbidade e da mortalidade.

CONCLUSÕES

1. A utilização da circulação extracorpórea não influenciou na variação dos níveis intra-eritrocitários de água, sódio e potássio, quando comparados ambos os grupos de crianças submetidas a cirurgia cardíaca.

2. Em ambos os grupos de pacientes observou-se variação significativa dos valores intra-eritrocitários de sódio, entre os períodos pré e pós-operatório, com elevação no grupo de crianças que utilizou circulação extracorpórea e redução naquele que não utilizou este procedimento, ocorrendo recuperação dos níveis pré-operatórios após 72 horas do término da intervenção cirúrgica.

3. Entre as crianças submetidas a cirurgia cardíaca com o emprego da circulação extracorpórea, houve relação significativa da variação dos níveis intra-eritrocitários de água com o balanço de líquidos da circulação extracorpórea.

4. Os valores plasmáticos de água aumentaram no período pós-operatório imediato em ambos os grupos estudados, retomando os níveis basais, pré-operatórios, 48 horas após o ato cirúrgico. Houve diferença significativa entre os grupos, em função do emprego da circulação extracorpórea, e nos

pacientes submetidos a este procedimento constatou-se variação correlacionada ao balanço de líquidos da circulação extracorpórea.

5. O tempo de duração da cirurgia teve efeito significativo sobre a elevação dos valores pós-operatórios plasmáticos da água, quando comparados com os níveis pré-operatórios, em ambos os grupos estudados.

6. Os níveis pós-operatórios plasmáticos de sódio, desde o período pós-operatório imediato até as 72 horas que se seguiram ao término do evento cirúrgico, sofreram uma redução significativa em relação aos valores pré-operatórios em ambos os grupos de crianças, independentemente do emprego da circulação extracorpórea.

7. O balanço de líquidos da circulação extracorpórea teve influência significativa sobre o aumento dos valores plasmáticos de potássio, durante o período pós-operatório, no grupo de pacientes submetidos a esse procedimento.

8. No período pós-operatório imediato houve redução significativa dos níveis plasmáticos de cálcio em ambos os grupos de crianças, ocorrendo recuperação nas primeiras 24 horas após a intervenção cirúrgica.

9. Os valores plasmáticos de glicose, no período pós-operatório, sofreram um aumento significativamente maior entre as crianças submetidas à circulação extracorpórea, não

retornando aos níveis normais até 72 horas após o ato cirúrgico.

10. Houve variação significativa dos níveis de pH e BE, com redução de ácidos no período pós-operatório, em ambos os grupos analisados, não existindo influência determinada pela utilização da circulação extracorpórea.

11. As variações na excreção urinária de sódio e potássio observadas entre as crianças submetidas a cirurgia cardíaca, comparando-se os períodos pré e pós-operatórios, não sofreram influência significativa do emprego da circulação extracorpórea, verificando-se uma redução progressiva dos níveis urinários desses eletrólitos nas primeiras 72 horas após a intervenção cirúrgica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ABATE, G.; BERNARDI, P.; CASTELLI, E.; BONAVITA, E. Concentrazione del sodio e del potassio nel globulo rosso. Utilità del dosaggio di tali elettroliti nella pratica clinica. *Rec.Progr.Med.*, **41**:547-74, 1966.
- 2 AIKAWA, J.K. & FITZ, R.H. Alterations in exchangeable content, "sodium²⁴ space" and body weight during the treatment of congestive heart failure. *Circulation*, **12**:897-902, 1955.
- 3 ANDERSEN, N.B. & GRAVENSTEIN, J.S. Effects of local anesthetics on sodium and potassium in human red cells. *J.Pharmacol.Exper.Ther.*, **147**:40-7, 1965.
- 4 ARMSTRONG, W. A membrana celular e o transporte biológico. In: SELKURT, E.E. *Fisiologia*. 4.ed. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 1979. p.1-30.
- 5 ASTRUP, J. Sodium and potassium in human red cells. Variations among centrifuged cells. *Scand.J.Clin.Lab. Invest.*, **33**:232-7, 1974.
- 6 BACZYK, S.; BORZYCKA, B.; KOSICK, B.; LORKIEWICZ, Z. Elektrolytveränderungen nach herz lungen maschinen operation. *Z.Ges.Inn.Med.*, **27**:693-6, 1972.
- 7 BAGINSKY, E.S.; MARIE, S.S.; CLARK, W.L.; ZAK, B. Direct microdetermination of serum calcium. *Clin.Chim.Acta*, **46**:49-54, 1973.
- 8 BATISTA, I.C. Água e eletrólitos intra-eritrocitários em lactentes desnutridos e desnutridos desidratados. Curitiba, 1981. 110 p. Tese, Mestrado, Universidade Federal do Paraná.
- 9 BLALOCK, A. & TAUSSIG, H.B. Pulmonary stenosis. *J.A.M.A.*, **128**:188-202, 1945.
- 10 BEALL JR., A.C.; JOHNSON, P.C.; SHIRKEY, A.L.; CROSTHWAIT, R.W.; COOLEY, D.A.; DE BAKEY, M.E. Effects of temporary cardiopulmonary bypass on extracellular fluid volume and total body water in man. *Circulation*, **29** (suppl.4):59-62, 1964.
- 11 BEILIN, L.J.; KNIGHT, G.J.; MUNRO-FAURE, A.D.; ANDERSON, J. The sodium, potassium, and water contents of red blood cells of healthy human adults. *J.Clin.Invest.*, **45**:1817-25, 1966.

- 12 BERGSTRÖM, J.; FÜRST, P.; HOLMSTRÖM, B.; VINNARS, E.; ASKANASI, J.; ELWYN, D.; MICHELSEN, C.B.; KINNEY, J.M. Influence of injury and nutrition on muscle water and electrolytes. *Ann.Surg.*, 193:810-6, 1981.
- 13 BOZER, A.Y.; ILICIN, G.; APIKOGLU, A. Serum electrolyte changes during extracorporeal circulation. *Jap.Heart. J.*, 13:195-200, 1972.
- 14 BRECKENRIDGE, I.M.; DIGERNES, S.B.; KIRKLIN, J.W. Increased extracellular fluid after open intracardiac operation. *Surgery,Gynecol.& Obstet.*, 131:53-6, 1970.
- 15 BURCK, H.D. Der elektrolytgehalt der erythrocyten im rahmen der diagnostik der herzinsuffizienz. *Verh. Dtsch.Ges.Inn.Med.*, 77:140-4, 1971.
- 16 CARRAZZA, F.R. & RIBEIRO, R. Efeitos cardíacos dos distúrbios eletrolíticos. In: RIBEIRO, R. *Pediatria cardiológica*. São Paulo, Sarvier, 1982. p.291-316.
- 17 CARVALHO, J.M. Distúrbios hidreletrolíticos primariamente intracelulares. *Bol.Cent.Est.Hosp.Serv.Est.*, 22:235-52, 1970.
- 18 CHAN, S.; RADCLIFFE, A.; JOHNSON, A. The serum sodium concentration after surgical operation: precision permits predictions. *Br.J.Surg.*, 67:711-4, 1980.
- 19 CHAPTAL, J.; JEAN, R.; GUILLAUMOT, R.; MOREL, G. Étude statistique de l'elimination urinaire des electrolytes chez l'enfant normal a differents âges. *Arch.Franc. Pediatr.*, 20:905-31, 1963.
- 20 CIVIDALLI, G. & LOKER, H. Micromethod for determination of sodium and potassium in red blood cells. *J.Lab. Clin.Med.*, 73:706-10, 1969.
- 21 CLELAND, J.; PLUTH, J.R.; TAUXE, W.N.; KIRKLIN, J.W. Blood volume and body fluid compartment changes soon after closed and open intracardiac surgery. *J.Thorac. Cardiovasc.Surg.*, 52:698-705, 1966.
- 22 COCHRANE, J.P.S. The aldosterone response to surgery and the relationship of this response to postoperative sodium retention. *Br.J.Surg.*, 65:744-7, 1978.
- 23 CODE, C.F. Normal rates of absorption of water, sodium, and potassium in man and animal. *Am.J.Dig.Dis.*, 7: 50-6, 1962.
- 24 CZACZKES, J.W.; ULLMANN, T.D.; ULLMANN, L.; BAR-KOCHBA, Z. Determination of the red blood cell content of water, sodium, and potassium in normal subjects. *J. Lab.Clin.Med.*, 61:873-8, 1963.
- 25 D'AMICO, G. Red cell Na and K in congestive heart failure, essential hypertension and myocardial infarction. *Am.J.Med.Sci.*, 236:156-61, 1958.

- 26 DAS, J.B.; ERAKLIS, A.J.; GROSS, R.E. Water and cation content of red blood cells and muscle tissue before and after cardiopulmonary bypass. The effects of the osmolarity of the perfusion prime. *J.Thorac.Cardiovasc. Surg.*, 57:824-9, 1969.
- 27 DEDING, A.; JORGENSEN, S.; NIELSEN, F.H. Peroperative sodium balance. *Acta Anaesth.Scand.*, 15:33-43, 1971.
- 28 DIETER Jr., R.A.; NEVILLE, W.E.; PIFARRÉ, R. Serum electrolyte changes after cardiopulmonary bypass with Ringer's lactate solution used for hemodilution. *J. Thorac.Cardiovasc.Surg.*, 59:168-77, 1970.
- 29 DORSAY, J.S. Sodium concentrations in cardioplegic solutions. *J.Thorac.Cardiovasc.Surg.*, 83:635-8, 1982.
- 30 DUNHAM, P.B. & GUNN, R.B. Adenosine triphosphatase and active cation transport in red blood cell membranes. *Arch.intern.Med.*, 129:241-7, 1972.
- 31 DYCKNER, T.; FAIRE, U.; WESTER, P.O. Intracellular electrolytes in cardiac and skeletal muscle in fatal digitalis intoxication. *Br.Heart J.*, 39:1029-32, 1977.
- 32 EDELMAN, I.S. Equilibration of water and sodium in blood and tissues. *Am.J.Dig.Dis.*, 7:28-33, 1962.
- 33 EKINS, R.P. & SLATER, J.D.H. A method for the simultaneous estimations of total exchangeable sodium and potassium in man. *Phys.Med.Biol.*, 4:264-70, 1960.
- 34 FERRARA, G.B.; TARANTINO, M.; SPANDRIO, L.; GAVAZZENI, C. Controlli biochimici durante e dopo interventi in circolazione extracorporea. *Ann.Ist.Super.Sanità*, 7:186-98, 1971.
- 35 FLEAR, C.T.G.; QUINTON, A.; CARPENTER, R.G.; DOMENET, J.G.; SIVYER, A. Exchangeable body potassium and sodium in patients in congestive heart failure. *Clin.Chim.Acta*, 13:1-12, 1966.
- 36 FRAZER, A.; SECUNDA, S.K.; MENDELS, J. A method for the determination of sodium, potassium, magnesium, and lithium concentrations in erythrocytes. *Clin.Chim. Acta*, 36:499-509, 1972.
- 37 FUJITA, T.; KITANI, Y.; OGAWA, R.; SATO, H.; KIMURA, T.; KAWABATA, I. Intracellular electrolytes in erythrocytes during and after shock: relation to impaired consciousness. *J.Trauma*, 18:345-54, 1978.
- 38 FUNDER, J. & WIETH, J.O. Determination of sodium, potassium, and water in human red blood cells. *Scand. J.Clin.Lab.Invest.*, 18:151-66, 1966.
- 39 _____. Potassium, sodium, and water in normal human red blood cells. *Scand.J.Clin.Lab.Invest.*, 18:167-80, 1966.

- 40 FURLAN, S.; VECCHIONE, R.; TENDELLA, E. Variazione della concentrazione plasmatica ed eritrocitaria del sodio e del potassio dopo intervento chirurgico. **Boll.Soc. Ital.Biol.Sper.**, 38,136-8, 1962.
- 41 GANONG, W.F. Função renal. In: _____. **Fisiologia médica**. 4.ed. São Paulo, Atheneu, 1983. p.574-99.
- 42 _____. Princípios fisiológicos. In: _____. **Fisiologia médica**. 4.ed. São Paulo, Atheneu, 1983. p.1-22.
- 43 _____. Regulação do líquido extracelular. Composição e volume. In: _____. **Fisiologia médica**. 4.ed. São Paulo, Atheneu, 1983. p.603-10.
- 44 GENTILE, M.; BATTISTA, L.; DRAGO, G.D.; DI BARTOLO, G. Variazioni elettrolitiche, plasmatiche e tissutali nella stenosi mitralica. **Arch.Chir.Torac.Cardiovasc.**, 27:345-66, 1970.
- 45 GLYNN, I.M. Sodium and potassium movements in nerve, muscle and red cells. **Int.Rev.Cytol.**, 8:449-80, 1959.
- 46 GOLDINGER, J.M.; KANG, B.S.; CHOO, Y.E.; PAGANELLI, C.V.; HONG, S.K. Effect of hydrostatic pressure on ion transport and metabolism in human erythrocytes. **J. Appl.Physiol.**, 49:224-31, 1980.
- 47 GOW, N.M. & COCHRANE, J.P.S. The effect of epidural analgesia on postoperative sodium balance. **Br.J.Surg.**, 66:864-7, 1979.
- 48 GROSS, R.E. & HUBBARD, J.P. Surgical ligation of patent ductus arteriosus. **J.A.M.A.**, 112:727-32, 1939.
- 49 GRUSKIN, A.B.; JORGE BALUARTE, H.; PREBIS, J.W.; POLINSKY, M.S.; MORGENSTERN, B.Z.; PERHMAN, S.A. Anormalidades do sódio sérico na criança. **Clin.Pediatr.Am.Norte**, 29: 995-1021, 1982.
- 50 GUYTON, A.C. Transporte através da membrana celular. In: _____. **Tratado de fisiologia médica**. 4.ed. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 1973. p.38-49.
- 51 HALD, P.M. Notes on the determination and distribution of sodium and potassium in cells and serum of normal human blood. **J.Biol.Chem.**, 163:429-34, 1946.
- 52 HALE, J.; KEEGAN, R.; SMITH, E.B.; SNAPE, T.J. The effect of general anaesthetics on active cation transport in human erythrocytes. **Biochim.Biophys.Acta**, 288:107-13, 1972.
- 53 HARDEN, A.; GLASER, G.H.; PAMPIGLIONE, G. Electroencephalographic and plasma electrolyte changes after cardiac surgery in children. **Br.Med.J.**, 4:210-3, 1968.
- 54 HELBOCK, H.J. & BROWN, D.M. A clinically useful method for determining erythrocyte sodium and potassium. **Clin.Chem.**, 17:108-10, 1971.

- 55 HELLERSTEIN, S. Equilíbrio pediátrico de líquidos. In: STATLAND, H. **Patologia de líquidos y electrólitos en la clínica médica, quirúrgica y pediátrica**. 3.ed. Barcelona, Labor, 1966. p.211-43.
- 56 HELLERSTEIN, S.; VARAVITHYA, W.; GRADDY, D. Plasma and red blood cell water and solute. **Amer.J.Dis.Child.**, **122**:298-311, 1966.
- 57 HENRY, R.J. **Clinical Chemistry**: Principles and techniques. New York, Harper and Row, 1964. 337 p.
- 58 HOFFMAN, J.F. Ionic transport across the plasma membrane. In: WIESSMANN, G. & CLAIRBORNE, R. **Cell membranes. Biochemistry, cell biology & pathology**. 1st. ed. New York, H.P.Publishing, 1975. p.95-103.
- 59 _____. The red cell membrane and the transport of sodium and potassium. **Amer.J.Med.**, **41**:666-80, 1966.
- 60 HOFFMAN, J.F. & KREGENOW, F.M. The characterization of new energy dependent cation transport processes in red blood cells. **Ann.N.Y.Acad.Sci.**, **137**:566-76, 1966.
- 61 JAGGER, P.I.; HINE, G.J.; CARDARELLI, J.A.; BURROWS, B.A.; BIKERMAN, V. Influence of sodium intake on exchangeable sodium in normal human subjects. **J.Clin.Invest.**, **42**:1459-70, 1963.
- 62 JOHNSON, R.M. & ROBINSON, J. Morphological changes in asymmetric erythrocyte membranes induced by electrolytes. **Biochem.Biophys.Res.Comm.**, **70**:925-31, 1976.
- 63 JOSEPH, N.R.; ENGEL, M.B.; CATCHPOLE, H.R. Distribution of sodium and potassium in certain cells and tissues. **Nature**, **191**:1175-8, 1961.
- 64 KEITEL, H.G.; BERMAN, H.; JONES, H.; MACLACHLAN, E. The chemical composition of normal human red blood cells including variability among centrifuged cells. **Blood**, **10**:370-6, 1955.
- 65 KEITEL, H.G. & JONES, H.B.S. The relationship of the cation and water content of red blood cells to plasma composition. Evidence of cell potassium deficiency in adrenocortical insufficiency, nephritis, and hepatic cirrhosis. **J.Lab.Clin.Med.**, **54**:262-76, 1959.
- 66 KNOTT, H.W. & KIRKLIN, J.W. Validity of comparisons of plasma volumes before and after operation. **Surgery**, **62**:843-6, 1967.
- 67 LASKER, N.; HOPP, L.; GROSSMAN, S.; BAMFORTH, R.; AVIV, A. Race and sex differences in erythrocyte Na^+ , K^+ and $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-adenosine triphosphatase}$. **J.Clin.Invest.**, **75**:1813-20, 1985.
- 68 LOCKEY, E.; LONGMORE, D.B.; ROSS, D.N.; STURRIDGE, M.F. Potassium and open-heart surgery. **Lancet**, **1**: 671-5, 1966.

- 69 LOSSE, H.; ZIDEK, W.; VETTER, H. Intracellular electrolytes and hypertension. *Contr.Nephrol.*, 30:179-84, 1982.
- 70 MACRUZ, R.; LUZ, P.L.; GRINBERG, M.; AMARAL, R.V.; ARMELIN, E.; PILEGGI, F.; DÉCOURT, L.V. Níveis de sódio e potássio no plasma, sangue total e de potássio nas hemáceas, em diversas patologias. *Arq. Bras. Cardiol.*, 23:309-18, 1970.
- 71 MARQUES, E. & BEROLINI, D. *Equilíbrio ácido-básico*. 2.ed. São Paulo, Sarvier, 1975. 111 p.
- 72 MCCANCE, R.A. & WIDDOWSON, E.M. The effect of development, anaemia and undernutrition on the composition of the erythrocytes. *Clin.Sci.*, 15:409-16, 1956.
- 73 MORRISON, D.F. *Multivariate statistical analyses*. New York, McGraw-Hill, 1976.
- 74 MOURA, M.R. Emergências em cardiologia pediátrica. In: MACRUZ, R. & SNITCOWSKY, R. *Cardiologia pediátrica*. São Paulo, Sarvier, 1984. p.657-74.
- 75 NAGAKI, J. & TERAOKA, M. Age and sex differences of sodium and potassium concentration in red blood cells. *Clin.Chim.Acta*, 66:453-5, 1976.
- 76 NAYLOR, G.J. The relationship between age and sodium metabolism in human erythrocytes. *Gerontologia*, 16: 217-22, 1970.
- 77 NICOLETTI, R.L. & FELÍCIO, A.A. Fluidoterapia. In: _____. *Anestesia em pediatria*. São Paulo, Manole, 1981. p.131-42.
- 78 NOVAK, L.P. & FELDT, R.H. Body fluids and electrolytes in infants and children with congenital heart disease. *Mayo Clin.Proc.*, 47:327-31, 1972.
- 79 NOVAK, L.P. & HARRISON Jr., C.E. Abnormalities of cellular potassium concentration in uncompensated and compensated congestive heart failure. *Mayo Clin.Proc.*, 48:107-13, 1973.
- 80 OLESEN, K.H. Interrelations between sodium, chloride and potassium in heart disease. *Acta Cardiol.(Brux)*, suppl.17:126-44, 1973.
- 81 OLESEN, K.H. & VALENTIN, N. Total exchangeable potassium, sodium and chloride in patients with severe valvular heart disease during preparation for cardiac surgery. *Scand.J.Thor.Cardiovasc.Surg.*, 7:37-44, 1973.
- 82 PACIFICO, A.D.; DIGERNESS, S.; KIRKLIN, J.W. Acute alterations of body composition after open intracardiac operations. *Circulation*, 41:331-41, 1970.
- 83 _____. Regression of body compositional abnormalities of heart failure after intracardiac operations. *Circulation*, 42:999-1008, 1970.

- 84 PACIFICO, A.D.; DIGERNESS, S.; KERLIN, J.W. Sodium-excreting ability before and after intracardiac surgery. **Circulation**, 41 (suppl.II):142-6, 1970.
- 85 PAPPER, S. Sodium and water: an overview. **Am.J.Med.Sci.**, 272:43-51, 1976.
- 86 PARKER, J.C. & WELT, L.G. Pathological alterations of cation movements in red blood cells. **Arch.Intern.Med.**, 129:320-32, 1972.
- 87 PATON, R.R. & STEINFELD, J.L. Methods of simultaneous measurements of exchangeable sodium and potassium in man. **J.Lab.Clin.Med.**, 57:306-13, 1961.
- 88 PLUTH, J.R.; CLELAND, J.; TAUXE, N.; KIRKLIN, J.W. Late changes in body fluid and blood volume after intracardiac surgery. **J.Thorac.Cardiovasc.Surg.**, 56:108-13, 1968.
- 89 POST, R.L.; MERRITT, C.R.; KINSOLVING, C.R.; ALBRIGHT, C.D. Membrane adenosine triphosphatase as a participant in the active transport of sodium and potassium in the human erythrocyte. **J.Biol.Chem.**, 235:1796-802, 1960.
- 90 RADCLIFFE, A.G.; JOHNSON, A.; CHAN, S. Erythrocyte intracellular sodium and transmembrane sodium flux in surgical patients. **Br.J.Surg.**, 67:362, 1980.
- 91 REGENSBURGER, D.; PASCHEN, K.; FUCHS, C. Veränderungen des elektrolyt und saure basen haushaltes bei operationen mit kardio pulmonalem bypass unter hamodilution. **Thoraxchir.Vask.Chir.**, 20:473-9, 1972.
- 92 REID, A.F.; CALDWELL, R.L.; VANATTA, J.C. The use of activation analysis and radiosulfate space to determine intracellular sodium. **Arch.Biochem.Biophys.**, 84:498-511, 1959.
- 93 RIBEIRO, R.; TELLES Jr., M.; GOMES, O.M.; AWAD, M.T.; MALUF, M.; BARBERO MARCIAL, M.; VARGAS, H. Pré, trans e pós-operatório. In: RIBEIRO, R. **Pediatria cardiológica**. São Paulo, Sarvier, 1982. p.127-48.
- 94 RIVA, E.; ROTTOLI, A.; CASTELLI, L.; MAGNO, F.; PACCANELLI, S.; GIOVANNINI, M. Valutazione di alcuni parametri del metabolismo idro-salino in età pediatrica. **Minerva Pediatr.**, 36:667-72, 1984.
- 95 ROJAS CHAVEZ, E.V. Kalemia y natremia en niños cardiopatas. **Sem.Med.(BAir.)**, 123:1347-54, 1963.
- 96 SCHALES, O. & SCHALES, S. A simple and accurate method for the determination of chloride in biological fluids. **J.Biol.Chem.**, 140:879-84, 1941.
- 97 SELKURT, E.E. Água corporal e eletrólitos: composição e regulação. Micção. In: _____. **Fisiologia**. 4.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1979. p.415-34.

- 98 SIGGAARD-ANDERSEN, O. Blood acid-base alignment nomogram. *Scand.J.Clin.Lab.Invest.*, 15:211-7, 1963.
- 99 SIGSTRÖM, L. The role of active sodium and potassium transport in hyponatremia states in infancy and childhood. *Acta Paediatr.Scand.*, 70:353-9, 1981.
- 100 SIGSTRÖM, L.; WALDENSTRÖM, J.; KARLBERG, P. Characteristics of active sodium and potassium transport in erythrocytes of healthy infants and children. *Acta Paediatr.Scand.*, 70:347-52, 1981.
- 101 SINZ, V.V.; HERBST, M.; URSINUS, K.; KÜHN, I.; ELZE, P. Extra und intrazelluläre elektrolytverschiebungen bei herzchirurgischen eingriffen. *Zentralbl.Chir.*, 96: 725-33, 1971.
- 102 SKRABAL, F.; ARNOT, R.N.; JOPLIN, G.F. Equations for the predictions of normal values for exchangeable sodium, exchangeable potassium, extracellular fluid volume, and total body water. *Br.Med.J.*, 2:37-8, 1973.
- 103 SOLOMON, A.K. The permeability of the human erythrocyte to sodium and potassium. *J.Gen.Physiol.*, 36:57-110, 1952.
- 104 STENCER, F.C. Fisiologia da circulação extracorpórea. In: SCHWARTZ, S.I. *Cirurgia*. 2.ed. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 1976. p.774-80.
- 105 STATLAND, H. Estructura de los líquidos. In: _____. *Patologia de líquidos y electrólitos en la clínica médica, quirúrgica y pediátrica*. 3.ed. Barcelona, Labor, 1966. p.3-22.
- 106 SWEADNER, K.J. & GOLDIN, S.M. Active transport of sodium and potassium ions. Mechanism, function, and regulation. *N.Engl.J.Med.*, 302:777-83, 1980.
- 107 SZADKOWSKI, S. Acid base equilibrium and the behaviour of electrolytes (Na^+ , K^+ , Cl^-) in the blood serum during operation on the open heart under normothermia. *Folia Med.Lodz*, 17:67-95, 1972.
- 108 TAGGART, P. & SLATER, J.D.H. The possible significance of ionic gradient changes associated with cardio-pulmonary bypass surgery. *Clin.Sci*, 38:36, 1970.
- 109 TREVISAN, M.; OSTROW, D.; COOPER, R.S.; SEMPOS, C.; STAMLER, J. Sex and race differences in sodium-lithium countertransport and red cell sodium concentration. *Am.J.Epidemiol.*, 120:537-41, 1984.
- 110 TSIEN, R.Y. Intracellular measurements of ion activities. *Ann.Rev.Biophys.Bioeng.*, 12:91-116, 1983.
- 111 TURNIER, E.; OSBORN, J.; GERBODE, F.; POPPER, R.W. Magnesium and open-heart surgery. *J.Thorac.Cardiovasc. Surg.*, 64:694-705, 1972.

- 112 VALBERG, L.S.; HOLT, J.M.; PAULSON, E.; SZIVEK, J. Spectrochemical analysis of sodium, potassium, calcium, magnesium, copper, and zinc in normal human erythrocytes. *J.Clin.Invest.*, **44**:379-89, 1965.
- 113 WELDON, V.V.; KOWARSKI, A.; TALBERT, J.L.; MIGEON, C.J. Effect of operation upon sodium metabolism and aldosterone secretion rate in children. *Surgery*, **70**: 433-8, 1971.
- 114 WILEY, J.S. & COOPER, R.A. A furosemide-sensitive co-transport of sodium plus potassium in the human red cell. *J.Clin.Invest.*, **53**:745-55, 1974.

ANEXOS

ANEXO 1. Crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extra-corpórea.

	PACIENTE	SEXO	IDADE (anos)	DIAGNÓSTICO
1	S.A.C.	F	5	Comunicação interventricular.
2	V.L.P.L.	F	10	Insuficiência mitral.
3	N.S.	F	11	Estenose subaórtica.
4	E.L.A.	M	8	Comunicação interatrial e este- nose pulmonar.
5	E.A.P.	M	9	Dupla lesão mitral.
6	S.S.C.	F	8	Comunicação interatrial.
7	S.T.G.	F	10	Tetralogia de Fallot e comunica- ção interatrial.
8	V.R.L.	M	5	Comunicação interventricular.
9	L.K.	M	13	Estenose mitral, insuficiência aórtica e insuficiência tricús- pide.
10	V.A.P.	M	6	Comunicação interventricular e persistência do canal arterial.
11	L.F.C.	F	12	Transposição corrigida dos gran- des vasos da base,estenose pul- monar e comunicação interatrial.
12	L.A.S.	M	10	Comunicação interatrial.
13	L.S.	F	3	Tetralogia de Fallot.
14	A.C.S.	M	14	Estenose pulmonar.
15	R.F.B.	M	4	Tetralogia de Fallot.
16	A.S.C.	F	7	Tronco arterioso e comunicação interventricular.
17	J.A.M.	F	2	Estenose pulmonar e insuficiên- cia tricúspide.
18	R.M.H.	M	2	Tetralogia de Fallot.

ANEXO 2. Crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extra-corpórea.

	PACIENTE	SEXO	IDADE (anos)	DIAGNÓSTICO
19	A.C.R.	M	12	Coarctação da aorta e insuficiência mitral.
20	F.M.H.	M	6	Persistência do canal arterial.
21	C.M.V.Jr.	M	6	Coarctação da aorta e insuficiência mitral.
22	M.S.	M	2	Persistência do canal arterial e comunicação interventricular.
23	P. G.	M	11	Persistência do canal arterial.
24	M.L.A.	M	5	Coarctação da aorta.
25	A.P.M.	F	1	Persistência do canal arterial e comunicação interventricular.
26	S.G.F.M.	F	9	Coarctação da aorta e persistência do canal arterial.
27	C.R.S.	M	0*	Coarctação da aorta.
28	E.C.K.	F	4	Persistência do canal arterial.
29	D.R.C.	M	7	Persistência do canal arterial.
30	L.C.C.	F	6	Persistência do canal arterial.
31	S.R.	F	3	Persistência do canal arterial.

* 2 meses.

ANEXO 3. Resultados das determinações de água intra-eritrocitária (g/kg) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	0,693	0,696	0,706	0,665	-
2	0,695	0,682	0,670	0,724	-
3	0,729	0,741	0,694	0,700	0,698
4	0,692	0,680	0,718	0,664	-
5	0,709	0,685	0,655	0,496	0,671
6	0,696	0,667	0,680	0,680	-
7	-	0,685	0,684	0,702	0,724
8	0,713	0,672	0,690	0,699	0,683
9	0,697	0,690	0,709	0,712	0,702
10	0,678	0,603	0,699	0,675	0,699
11	-	0,673	0,679	0,688	0,669
12	0,691	0,699	0,693	0,670	0,682
13	0,684	0,696	0,695	0,720	0,714
14	0,685	0,673	0,667	0,662	0,671
15	0,689	0,662	0,672	0,653	0,660
16	0,666	0,667	0,663	0,686	0,657
17	0,719	0,701	0,553	-	-
18	0,691	0,638	0,718	0,692	0,701

ANEXO 4. Resultados das determinações de água intra-eritrocitária (g/kg) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	0,714	0,708	0,708	0,708	0,721
20	-	0,679	0,692	0,616	0,676
21	0,670	0,673	0,721	0,676	0,671
22	0,646	0,684	0,692	0,688	0,701
23	0,670	0,683	0,704	0,718	-
24	0,678	0,692	0,673	0,670	0,690
25	0,664	0,691	0,663	0,672	0,684
26	0,659	0,661	0,695	0,701	0,716
27	0,690	0,685	0,687	0,684	0,678
28	0,716	0,679	0,670	0,686	0,664
29	0,671	0,661	0,700	0,679	0,703
30	0,734	0,673	0,675	0,680	0,681
31	-	0,698	0,702	0,673	0,693

ANEXO 5. Resultados das determinações de sódio intra-eritrocitário (mEq/kg) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 47 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	10,82	11,41	10,62	9,87	-
2	10,54	9,19	9,90	9,74	-
3	18,34	16,56	16,10	17,81	9,97
4	11,33	12,07	11,01	11,21	-
5	9,97	10,85	11,36	10,28	9,84
6	9,80	10,20	11,50	9,90	-
7	-	12,78	13,71	10,17	13,18
8	8,00	9,60	9,44	8,77	9,00
9	8,68	8,71	10,21	11,38	12,74
10	8,12	8,91	8,74	9,31	8,66
11	-	10,27	10,49	10,00	10,09
12	8,54	7,98	7,95	8,26	8,60
13	9,01	7,80	10,56	10,25	10,54
14	7,52	8,67	7,36	8,05	8,68
15	8,06	7,87	10,50	10,46	10,09
16	9,09	10,82	9,22	10,03	9,62
17	11,76	11,42	13,67	-	-
18	9,33	12,11	11,58	10,89	10,64

ANEXO 6. Resultados das determinações de sódio intra-eritrocitário (mEq/kg) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	9,64	11,04	10,36	11,88	11,18
20	-	11,67	9,51	9,96	10,22
21	11,07	10,32	10,38	11,04	10,75
22	11,95	9,41	9,37	10,54	11,11
23	10,09	9,14	9,43	9,64	-
24	10,61	10,36	11,90	10,84	10,90
25	10,90	12,76	13,35	10,53	11,25
26	10,00	8,71	8,70	9,78	10,74
27	9,68	10,34	10,71	10,88	10,73
28	14,58	11,76	11,67	11,34	12,10
29	9,63	9,32	8,97	9,52	9,06
30	7,63	9,09	9,17	10,12	9,68
31	-	9,09	9,17	10,12	9,68

ANEXO 7. Resultados das determinações de potássio intra-eritrocitário (mEq/kg) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	85,07	92,06	79,36	83,33	-
2	95,08	90,41	95,08	90,00	-
3	81,25	89,06	85,51	66,18	71,01
4	91,52	87,72	90,91	92,42	-
5	86,88	84,31	86,67	88,89	93,33
6	102,50	82,80	93,70	96,50	-
7	-	86,88	86,96	81,43	106,00
8	101,56	105,35	100,00	97,01	103,28
9	100,00	103,08	89,23	86,15	100,00
10	82,60	82,86	79,68	81,66	80,71
11	-	102,78	110,00	101,45	109,68
12	98,72	110,14	129,79	125,71	113,33
13	101,54	126,47	150,79	146,03	130,43
14	104,28	122,45	102,90	103,17	126,92
15	101,64	93,15	95,74	86,56	126,92
16	108,33	101,67	96,32	104,69	87,10
17	92,06	89,09	92,00	-	106,45
18	85,07	82,54	85,24	84,86	85,24

ANEXO 8. Resultados das determinações de potássio intra-eritrocitário (mEq/kg) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	89,23	88,33	81,25	84,74	90,16
20	-	100,00	106,66	114,28	104,76
21	91,67	85,24	83,87	88,33	84,85
22	85,07	61,19	85,91	84,62	93,33
23	84,85	83,10	81,16	87,69	-
24	80,00	81,82	81,97	84,13	85,71
25	100,00	82,80	86,67	78,36	83,61
26	116,92	109,23	111,90	121,31	121,31
27	91,80	102,86	105,00	106,56	107,69
28	95,71	104,54	106,45	105,97	106,45
29	112,70	118,03	108,33	120,69	113,04
30	116,92	112,86	115,38	123,81	121,21
31	-	80,64	78,12	87,50	85,07

ANEXO 9. Resultados das determinações de água plasmática (g/kg) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	0,948	0,950	0,946	0,918	-
2	0,901	0,940	0,932	0,941	-
3	0,934	0,954	0,920	0,952	0,940
4	0,942	0,970	0,968	0,931	-
5	0,962	0,957	0,922	0,965	0,931
6	0,940	0,917	0,912	0,930	-
7	-	0,936	0,931	0,924	0,933
8	0,961	0,914	0,915	0,925	0,915
9	0,927	0,934	0,950	0,942	0,930
10	0,904	0,956	0,948	0,915	0,935
11	-	0,941	0,937	0,930	0,922
12	0,916	0,974	0,923	0,914	0,928
13	0,907	0,938	0,895	0,945	0,948
14	0,938	0,939	0,927	0,928	0,933
15	0,933	0,928	0,942	0,913	0,928
16	0,924	0,960	0,926	0,942	0,922
17	0,935	0,967	0,978	-	-
18	0,918	0,913	0,960	0,936	0,949

ANEXO 10. Resultados das determinações de água plasmática (g/kg) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	0,938	0,930	0,952	0,911	0,962
20	-	0,952	0,930	0,902	0,937
21	0,906	0,900	0,949	0,915	0,907
22	0,886	0,949	0,944	0,939	0,952
23	0,932	0,940	0,940	0,964	-
24	0,921	0,926	0,912	0,916	0,939
25	0,910	0,939	0,902	0,907	0,931
26	0,910	0,888	0,935	0,958	0,974
27	0,938	0,942	0,946	0,935	0,934
28	0,912	0,928	0,916	0,923	0,914
29	0,967	0,929	0,922	0,921	0,945
31	-	0,933	0,922	0,909	0,929

ANEXO 11. Resultados das determinações de sódio plasmático (mEq/l) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	142,0	136,0	132,0	132,0	132,0
2	138,0	122,0	125,0	137,0	136,0
3	132,0	124,0	140,0	140,0	138,0
4	132,0	134,0	144,0	132,0	-
5	143,0	136,0	-	130,0	134,0
6	141,0	144,0	140,0	146,0	-
7	143,0	144,0	138,0	136,0	140,0
8	136,0	144,0	142,0	122,0	140,0
9	133,0	132,0	126,0	138,0	140,0
10	130,0	136,0	130,0	136,0	136,0
11	141,0	139,0	130,0	130,0	132,0
12	138,0	132,0	126,0	134,0	128,0
13	145,0	143,0	136,0	132,0	138,0
14	142,0	134,0	130,0	130,0	128,0
15	152,0	140,0	132,0	133,0	131,0
16	136,0	132,0	132,0	130,0	134,0
17	144,0	140,0	136,0	-	-
18	148,0	144,0	134,0	135,0	130,0

ANEXO 12. Resultados das determinações de sódio plasmático (mEq/l) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	131,0	132,0	130,0	130,0	138,0
20	138,0	128,0	120,0	-	129,0
21	144,0	136,0	130,0	135,0	134,0
22	139,0	128,0	134,0	130,0	134,0
23	144,0	136,0	136,0	146,0	-
24	137,0	136,0	140,0	-	130,0
25	136,0	137,0	135,0	139,0	140,0
26	140,0	-	122,0	132,0	-
27	140,0	139,0	144,0	122,0	130,0
28	144,0	123,0	134,0	136,0	130,0
29	142,0	136,0	130,0	136,0	-
30	140,0	138,0	130,0	134,0	137,0
31	150,0	132,0	132,0	142,0	140,0

ANEXO 13. Resultados das determinações de potássio plasmático (mEq/l) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	4,1	4,6	4,8	4,8	4,2
2	4,4	4,4	4,7	4,1	4,6
3	4,3	4,5	6,0	4,3	4,2
4	4,0	5,5	5,0	6,0	-
5	4,4	3,2	-	3,0	3,9
6	3,9	4,2	5,1	4,8	-
7	3,9	3,5	3,8	4,0	4,4
8	4,2	4,4	3,6	4,6	3,5
9	4,0	3,6	3,9	5,0	3,8
10	3,5	5,0	4,5	4,3	4,7
11	3,6	3,0	5,3	4,4	3,9
12	4,0	3,3	4,2	3,3	4,9
13	3,7	4,5	7,5	5,4	3,8
14	3,6	4,9	4,6	4,4	3,9
15	3,2	3,9	4,8	4,0	3,9
16	4,0	2,8	4,6	4,2	3,3
17	4,0	3,6	6,0	-	-
18	3,4	6,0	4,8	3,4	4,6

ANEXO 14. Resultados das determinações de potássio plasmático (mEq/l) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	4,7	4,1	4,1	4,3	4,2
20	4,1	3,3	4,4	-	3,1
21	5,7	4,4	4,6	3,6	4,0
22	4,0	3,1	4,5	4,5	5,1
23	4,0	3,6	5,4	5,2	-
24	4,0	5,2	4,6	-	3,7
25	4,4	4,0	3,9	4,0	4,5
26	3,8	-	5,0	4,0	-
27	4,1	4,9	5,6	3,4	5,1
28	4,1	3,4	4,0	4,7	3,8
29	3,7	4,3	5,8	4,0	-
30	4,1	4,5	4,9	3,8	4,1
31	3,7	4,5	4,9	3,8	4,1

ANEXO 15. Resultados das determinações plasmáticas de cloro (mEq/l) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	-	87,80	87,80	90,20	90,20
2	109,00	97,77	109,77	-	107,00
3	104,50	95,10	97,70	95,13	97,70
4	114,00	87,81	98,00	97,00	-
5	116,40	95,00	-	-	100,00
6	106,50	97,70	102,00	92,69	-
7	107,50	92,70	92,70	92,70	90,20
8	102,40	95,00	87,80	92,70	-
9	102,10	102,00	93,20	90,20	88,00
10	114,60	95,10	107,00	107,33	87,81
11	111,10	102,40	97,70	95,10	97,70
12	-	-	-	-	-
13	109,80	-	95,13	90,25	95,13
14	107,10	95,13	92,60	100,00	104,89
15	-	95,13	95,13	-	-
16	107,33	95,13	100,00	97,77	100,00
17	97,77	95,13	97,70	-	-
18	-	95,13	97,77	-	90,25

ANEXO 16. Resultados das determinações plasmáticas de cloro (mEq/l) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTES	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	95,13	97,80	100,00	92,70	95,13
20	97,77	97,77	97,77	-	92,69
21	106,80	95,13	97,77	90,25	95,13
22	110,70	97,70	97,70	95,10	104,80
23	102,10	100,00	-	97,70	-
24	95,13	90,25	104,89	-	-
25	-	102,40	97,80	94,30	97,80
26	97,70	-	90,20	90,30	-
27	103,00	97,70	112,20	-	95,20
28	111,50	112,21	97,70	100,00	102,40
29	109,90	107,30	97,70	97,70	-
30	107,10	92,69	92,69	108,50	112,21
31	109,77	98,00	93,00	95,10	97,77

ANEXO 17. Resultados das determinações plasmáticas de cálcio (mg/dl) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	-	9,50	7,80	8,40	8,10
2	8,50	8,70	-	-	8,20
3	8,70	8,00	9,00	8,70	8,00
4	10,00	8,70	7,90	7,30	-
5	8,44	7,90	-	6,10	7,90
6	10,30	9,30	8,70	8,50	-
7	10,00	8,50	7,80	10,00	8,80
8	9,37	8,50	10,20	9,70	9,70
9	9,17	8,30	8,70	8,93	7,00
10	10,80	7,90	9,60	10,40	13,20
11	8,39	8,40	11,40	9,50	9,20
12	8,56	8,54	8,50	-	-
13	8,59	7,74	9,40	8,80	8,40
14	9,20	-	-	-	6,50
15	10,00	-	-	-	8,30
16	-	-	-	-	-
17	8,60	10,40	8,20	-	-
18	6,60	7,30	8,60	-	7,30

ANEXO 18. Resultados das determinações plasmáticas de cálcio (mg/dl) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	9,50	8,60	9,50	8,40	8,60
20	8,00	10,00	10,80	-	8,80
21	10,00	8,86	10,66	8,60	9,50
22	8,27	7,65	11,80	9,56	8,00
23	8,34	7,00	9,60	8,40	-
24	10,20	9,60	10,10	-	-
25	9,70	8,20	8,30	8,40	9,00
26	10,20	-	9,70	9,80	-
27	10,60	8,20	7,30	-	10,90
28	8,87	9,80	11,70	9,70	10,10
29	8,68	9,60	10,00	9,70	-
30	8,74	8,50	9,80	8,00	9,60
31	-	-	-	-	-

ANEXO 19. Resultados das determinações plasmáticas de uréia (mg/dl) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	24,40	18,70	14,80	17,30	48,00
2	15,10	26,60	29,00	18,00	14,40
3	24,80	46,00	46,60	32,00	33,00
4	25,00	39,00	41,00	100,00	-
5	32,00	50,90	-	25,00	50,00
6	12,80	35,30	27,70	35,30	-
7	21,40	19,30	26,10	13,50	38,30
8	34,20	47,30	50,00	69,00	66,00
9	35,50	30,00	36,00	39,00	27,90
10	34,40	26,90	38,30	43,00	-
11	26,70	28,30	31,00	34,60	35,70
12	23,50	31,80	37,50	-	-
13	33,80	20,20	31,60	46,80	39,20
14	19,20	28,30	35,70	-	34,00
15	-	27,94	29,16	21,00	34,00
16	29,40	34,30	25,80	36,70	36,60
17	58,50	42,00	32,00	-	-
18	-	25,00	66,70	35,30	34,70

ANEXO 20. Resultados das determinações plasmáticas de uréia (mg/dl) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
			24 horas	48 horas	72 horas
19	-	-	30,50	23,60	44,40
20	27,00	29,00	31,20	-	22,00
21	29,80	44,50	285,00	56,00	53,00
22	15,90	36,00	27,50	22,50	26,00
23	44,00	41,60	42,70	50,00	-
24	22,80	15,00	23,30	-	27,00
25	-	36,00	23,00	24,40	30,00
26	17,10	-	32,00	32,00	-
27	11,00	29,30	54,50	-	-
28	26,10	-	37,90	23,00	38,50
29	19,20	23,30	23,20	28,50	-
30	27,80	53,00	29,20	13,00	-
31	22,40	30,30	26,31	13,00	27,60

ANEXO 21. Resultados das determinações plasmáticas de glicose (mg/dl) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	-	351,0	146,0	380,0	95,0
2	86,0	185,2	133,0	-	74,4
3	68,0	194,4	161,0	126,0	176,0
4	90,0	350,0	85,0	130,0	-
5	118,0	500,0	-	188,0	168,4
6	84,0	243,0	129,4	166,6	-
7	64,0	77,5	312,0	142,0	266,0
8	110,8	288,0	280,0	-	231,0
9	85,0	179,0	400,0	203,0	412,0
10	100,0	355,0	327,0	376,0	-
11	182,9	124,3	220,0	177,0	80,5
12	126,0	-	281,2	-	-
13	102,9	89,5	-	126,0	188,0
14	98,4	213,3	185,3	-	174,0
15	100,0	435,8	234,2	230,0	139,0
16	87,8	405,0	221,0	106,0	211,4
17	101,6	105,0	96,0	-	-
18	91,0	328,5	244,4	194,0	178,8

ANEXO 22. Resultados das determinações plasmáticas de glicose (mg/dl) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, das crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	-	68,0	125,0	141,6	170,0
20	-	176,0	135,0	-	-
21	94,5	230,0	184,0	192,0	110,0
22	112,3	521,7	272,2	201,3	106,0
23	78,6	160,0	170,5	88,2	-
24	72,7	109,3	178,0	-	84,0
25	93,3	244,0	54,0	112,0	100,0
26	112,0	-	131,0	114,0	-
27	70,0	62,0	62,5	-	60,0
28	67,1	-	85,0	77,1	77,7
29	104,0	139,3	114,7	88,8	-
30	94,0	170,0	122,0	72,3	-
31	120,0	288,9	102,7	84,2	76,6

ANEXO 23. Resultados das determinações sanguíneas do pH nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	7,45	7,52	7,45	7,45	7,38
2	7,40	7,39	7,37	7,42	7,48
3	7,42	7,29	7,40	7,44	7,46
4	7,36	7,47	7,38	7,19	—
5	7,42	7,42	7,54	7,52	7,44
6	7,35	7,40	7,42	7,44	—
7	7,44	7,41	7,42	7,43	7,41
8	7,39	7,40	7,42	7,47	7,46
9	7,35	7,33	7,47	7,47	7,47
10	7,37	7,36	7,51	7,46	7,44
11	7,43	7,39	7,45	7,49	7,49
12	7,35	7,38	7,40	7,50	7,42
13	7,42	7,39	7,39	7,40	7,42
14	7,33	7,52	7,45	7,51	7,49
15	7,36	7,35	7,35	7,43	7,43
16	7,32	7,40	7,46	7,56	7,47
17	7,40	7,34	7,12	—	—
18	7,35	7,48	7,36	7,32	7,37

ANEXO 24. Resultados das determinações sanguíneas do pH nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	7,44	7,47	7,41	7,39	7,40
20	7,40	7,34	7,41	7,46	7,42
21	7,26	7,26	7,34	7,32	7,36
22	7,31	7,53	7,43	7,38	7,42
23	7,43	7,21	7,28	7,31	-
24	7,35	7,24	7,45	7,40	7,41
25	7,42	7,24	7,40	7,46	7,47
26	7,45	7,35	7,44	7,43	7,45
27	7,37	7,42	7,38	7,39	7,46
28	7,47	7,32	7,44	7,42	7,43
29	-	7,30	7,47	7,41	-
30	7,38	7,30	7,39	7,49	7,44
31	7,31	7,31	7,37	7,39	-

ANEXO 25. Resultados das determinações sanguíneas da PCO_2 (mmHg) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	26,5	27,5	31,0	30,0	21,9
2	31,6	41,0	46,0	39,4	34,0
3	32,6	46,9	33,2	37,8	34,5
4	33,4	31,2	25,8	25,0	-
5	26,6	32,9	26,5	23,3	16,6
6	22,4	47,5	35,6	36,6	-
7	25,8	37,8	35,8	31,0	29,1
8	29,2	26,7	30,6	26,0	30,5
9	27,3	41,0	39,0	35,2	34,8
10	28,1	36,1	29,7	26,0	26,0
11	28,5	34,3	32,3	29,9	31,2
12	36,0	33,8	28,4	22,7	30,2
13	24,0	33,5	39,0	41,0	28,0
14	42,0	19,3	35,1	30,3	32,0
15	27,5	32,2	29,0	30,7	38,0
16	41,3	29,9	26,2	24,0	25,8
17	29,0	33,0	55,0	-	-
18	30,0	26,0	33,5	38,0	42,3

ANEXO 26. Resultados das determinações sanguíneas da PCO_2 (mmHg) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	26,4	36,0	27,3	31,0	29,0
20	31,2	37,1	33,3	30,6	32,4
21	40,0	31,0	26,9	32,3	30,5
22	35,4	29,2	29,2	23,9	30,1
23	37,2	32,4	35,3	31,7	-
24	30,6	37,8	31,9	39,4	39,7
25	29,3	34,8	31,3	42,0	42,8
26	28,7	37,1	34,0	40,2	36,0
27	40,0	38,0	38,0	35,5	27,0
28	26,5	39,6	30,2	30,0	34,3
29	-	40,3	27,0	29,3	-
30	34,8	44,7	32,0	36,8	31,1
31	29,2	37,8	25,4	27,3	-

ANEXO 27. Resultados das determinações sanguíneas de bicarbonato real (mEq/l) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	18,1	-	21,0	20,4	12,6
2	18,9	24,0	20,5	25,0	25,0
3	20,7	21,9	20,0	25,1	24,0
4	18,5	22,0	14,8	9,2	-
5	16,7	21,0	23,0	18,5	11,0
6	11,9	28,0	22,0	24,0	-
7	17,4	23,7	23,1	20,0	18,3
8	17,4	16,6	19,6	18,8	21,0
9	15,2	21,2	27,0	25,5	25,0
10	15,8	20,4	23,1	18,2	17,0
11	18,7	20,8	22,1	22,3	23,4
12	19,0	20,0	17,0	17,6	19,2
13	15,2	20,1	23,0	18,0	17,5
14	42,5	15,6	23,9	23,9	23,9
15	15,2	17,6	15,5	19,7	24,6
16	21,1	18,4	18,1	19,0	18,3
17	18,0	17,5	16,0	-	-
18	16,2	19,0	18,5	19,0	24,0

ANEXO 28. Resultados das determinações sanguíneas de bicarbonato real (mEq/l) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	17,4	25,4	17,0	18,3	17,8
20	18,7	19,2	20,4	21,0	20,3
21	17,3	13,3	14,3	16,2	16,8
22	17,3	24,3	18,8	13,8	19,0
23	21,1	12,6	16,0	15,2	-
24	16,6	16,0	21,7	23,9	24,4
25	19,0	14,7	19,1	29,0	30,0
26	19,5	20,3	22,4	25,8	24,5
27	23,0	23,5	22,0	21,0	18,5
28	18,6	20,1	20,3	19,0	22,4
29	-	19,8	19,2	18,1	-
30	20,5	22,0	23,5	27,5	21,0
31	14,6	18,9	14,4	16,2	-

ANEXO 29. Resultados das determinações sanguíneas do excesso de bases (mEq/l) (BE) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	-4,0	0,0	-0,3	-0,8	-8,5
2	-3,4	-0,5	-3,5	2,0	1,0
3	-1,5	-4,3	-2,7	2,3	2,0
4	-5,0	0,8	-7,0	-16,6	-
5	-6,0	-1,5	1,0	-0,3	-0,9
6	-10,0	4,0	-2,0	0,5	-
7	-5,0	-0,2	-0,4	-2,5	-4,4
8	-6,0	-6,0	-3,2	-2,3	-1,5
9	-6,9	-4,3	3,5	2,5	2,0
10	-7,5	-4,0	2,0	-4,0	-5,0
11	-4,0	-3,0	-0,2	0,8	1,8
12	-5,0	-3,6	-6,5	-2,3	-3,5
13	-7,0	-4,0	-1,0	-5,0	-5,0
14	-3,5	-4,0	1,3	2,9	2,3
15	-9,0	-6,4	-4,0	-2,6	1,2
16	-4,4	6,0	-3,2	-0,9	-2,8
17	-4,5	-7,0	-11,5	-	-
18	-8,0	-3,0	-5,5	-6,0	-1,0

ANEXO 30. Resultados das determinações sanguíneas do excesso de bases (mEq/l) (BE) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	-4,0	3,0	-4,6	-4,1	-4,2
20	-4,0	-5,1	-2,1	-0,3	-2,0
21	-8,6	-11,6	-8,3	-7,6	-6,0
22	-8,0	4,0	-3,0	-9,0	-2,8
23	-1,1	-13,3	-9,1	-8,8	-
24	-7,5	-10,6	-0,6	-0,2	4,0
25	-4,0	-11,6	-3,9	5,0	6,0
26	-2,3	-4,6	-0,3	2,0	1,0
27	-2,0	-0,5	-2,0	-3,0	-3,0
28	-3,0	-5,0	-1,9	-3,6	-0,5
29	-	-6,2	-2,1	-4,6	-
30	-3,2	-4,5	-4,5	5,1	-1,0
31	-9,9	-6,3	-8,6	-6,6	-

ANEXO 31. Resultados das determinações urinárias de sódio (mEq/l) nos períodos pré-operatório e pós-operatório após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO		
		24 horas	48 horas	72 horas
1	136,0	100,0	-	112,0
2	174,0	100,0	48,0	98,0
3	144,0	68,0	26,0	46,0
4	240,0	90,0	40,0	-
5	64,0	16,0	-	5,6
6	-	64,0	46,0	-
7	186,0	154,0	56,0	28,0
8	128,0	192,0	136,0	120,0
9	-	144,0	54,0	60,0
10	123,0	124,0	-	32,0
11	129,0	38,0	93,0	12,0
12	209,0	224,0	150,0	43,0
13	107,0	184,0	25,6	46,0
14	208,0	24,0	64,0	-
15	159,0	192,0	14,0	128,0
16	-	110,0	42,0	60,0
17	-	160,	-	-
18	174,0	120,0	64,0	20,0

TABELA 32. Resultados das determinações urinárias de sódio (mEq/l) nos períodos pré-operatório e pós-operatório após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO		
		24 horas	48 horas	72 horas
19	106,0	64,0	28,0	10,0
20	136,0	44,0	56,0	60,0
21	-	136,0	68,0	124,0
22	126,0	98,0	57,6	76,8
23	-	124,0	36,0	-
24	184,0	184,0	144,0	
25	-	80,0	80,0	-
26	180,0	124,0	16,0	8,0
27	50,0	56,0	38,0	38,0
28	-	68,0	82,0	80,0
29	190,0	52,0	60,0	-
30	104,0	84,0	36,0	-
31	-	8,0	10,0	-

TABELA 33. Resultados das determinações urinárias de potássio (mEq/l) nos períodos pré-operatório e pós-operatório após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO		
		24 horas	48 horas	72 horas
1	34,0	142,0	-	33,0
2	16,2	74,0	30,0	21,0
3	10,0	78,0	35,0	18,4
4	30,0	92,0	100,0	-
5	50,0	48,0	-	81,0
6	-	27,0	33,0	-
7	58,0	49,0	25,0	19,0
8	188,0	71,0	70,0	39,0
9	-	45,0	58,0	99,0
10	75,0	40,5	-	20,0
11	68,0	56,0	49,0	37,5
12	71,0	88,0	81,0	33,7
13	84,0	70,0	58,0	57,0
14	80,0	30,0	39,0	-
15	82,0	128,0	55,0	15,0
16	-	63,0	74,0	53,0
17	-	70,0	-	-
18	-	48,0	40,0	27,5

ANEXO 34. Resultados das determinações urinárias de potássio (mEq/l) nos períodos pré-operatório e pós-operatório após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO		
		24 horas	48 horas	72 horas
19	50,0	82,0	36,0	7,0
20	60,0	37,0	10,0	17,0
21	-	76,0	42,0	60,0
22	124,0	112,0	71,0	49,5
23	-	100,0	26,0	-
24	66,0	16,0	-	-
25	86,0	92,0	100,0	34,4
26	23,5	116,0	25,0	35,5
27	33,0	64,0	19,5	19,0
28	-	39,0	35,5	35,0
29	39,0	72,0	36,8	-
30	36,0	54,0	31,0	-
31	-	60,0	60,0	-

ANEXO 35. Tempo de duração (min) das cirurgias cardíacas com e sem circulação extracorpórea.

COM CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA		SEM CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA	
Paciente	Tempo	Paciente	Tempo
1	285	19	345
2	300	20	150
3	240	21	255
4	225	22	250
5	315	23	180
6	320	24	225
7	120	25	120
8	180	26	290
9	240	27	200
10	330	28	135
11	360	29	117
12	270	30	120
13	360	31	120
14	295		
15	250		
16	225		
17	390		
18	390		

ANEXO 36. Tempos de oclusão aórtica e de duração da circulação extracorpórea.

PACIENTE	TEMPO (minutos)	
	Oclusão Aórtica	Extracorpórea
1	40	80
2	33	120
3	22	55
4	37	70
5	52	80
6	30	45
7	77	100
8	55	70
9	17	70
10	9	95
11	68	130
12	21	55
13	87	130
14	24	50
15	71	100
16	22	50
17	29	100
18	55	110

ANEXO 37. Balanço de líquidos da circulação extracorpórea (ml).

PACIENTE	VOLUME
1	300
2	900
3	160
4	470
5	180
6	410
7	1.305
8	480
9	850
10	770
11	670
12	265
13	360
14	370
15	-
16	180
17	190
18	665

ANEXO 38. Balanço diário de líquidos (ml) com 24, 48 e 72 horas de pós-operatório, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PÓS-OPERATÓRIO		
	24 horas	48 horas	72 horas
1	567,2	-199,7	-386,8
2	-405,3	218,0	-708,1
3	-107,1	110,4	-19,8
4	-336,5	918,8	1.238,5
5	-673,1	266,4	-347,6
6	-311,4	-1.673,4	-928,5
7	-573,2	-1.413,9	-866,3
8	-507,0	86,0	-428,0
9	-1.098,5	-161,4	-1.327,3
10	-402,8	-873,4	140,0
11	-481,5	-2.110,5	-984,0
12	135,7	-503,9	-991,7
13	28,0	-167,9	711,1
14	-108,7	54,0	-1.290,5
15	-583,0	-800,3	-51,0
16	54,3	-23,1	19,0
17	-453,5	-150,0	-
18	-396,3	-263,3	95,8

ANEXO 39. Balanço diário de líquidos (ml) com 24, 48 e 72 horas de pós-operatório, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PÓS-OPERATÓRIO		
	24 horas	48 horas	72 horas
19	-244,5	-121,7	-174,4
20	-382,0	-650,0	-223,0
21	89,0	-464,7	188,7
22	22,1	-111,5	341,6
23	-1.014,4	-484,4	-397,8
24	-93,5	-641,0	89,0
25	-192,0	-170,0	408,2
26	-661,0	-893,0	-588,0
27	-66,5	-61,6	259,5
28	-99,0	-265,6	245,0
29	-363,0	-307,0	365,0
30	-380,1	-473,6	-76,0
31	-262,4	-312,9	-265,0

ANEXO 40. Resultados das determinações de hemoglobina (g%) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
1	14,8	15,0	14,1	12,6	12,1
2	14,0	-	12,0	14,0	12,2
3	13,2	12,3	14,0	13,6	13,0
4	17,7	14,8	17,6	12,1	-
5	12,0	9,8	11,6	12,3	11,0
6	13,1	14,4	13,5	13,3	-
7	15,3	11,9	14,1	13,4	13,8
8	12,9	14,6	17,7	15,2	12,6
9	13,4	11,9	11,6	10,5	10,2
10	13,8	11,7	9,1	-	11,7
11	15,0	12,3	12,1	11,8	-
12	13,5	14,1	15,9	14,5	14,6
13	21,6	13,9	14,7	13,0	11,2
14	15,3	16,7	13,4	11,2	10,6
15	20,1	-	-	-	12,3
16	-	13,5	14,1	14,4	12,3
17	13,8	9,8	13,8	-	-
18	17,3	10,3	11,4	11,9	10,8

ANEXO 41. Resultados das determinações de hemoglobina (g%) nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato e após 24, 48 e 72 horas, nas crianças submetidas a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea.

PACIENTE	PRÉ-OPERATÓRIO	PÓS-OPERATÓRIO			
		Imediato	24 horas	48 horas	72 horas
19	10,7	12,1	12,4	12,3	10,8
20	12,4	12,7	14,6	13,8	-
21	10,5	15,6	15,1	15,3	15,6
22	15,6	13,0	14,1	13,8	11,9
23	14,0	12,7	14,5	15,1	-
24	14,2	-	15,0	15,0	14,3
25	12,6	11,9	11,0	14,3	14,6
26	13,3	11,8	4,9	11,0	-
27	11,6	8,0	9,3	-	12,4
28	13,8	14,3	13,7	13,0	-
29	13,0	13,9	14,2	12,5	-
30	13,9	13,2	14,1	13,8	-
31	11,8	11,4	12,9	-	-